

I primati, comprendenti prosimie, tarsi, scimmie e ominoidi, sono l'ordine dei mammiferi da cui 5-7 milioni di anni fa si separarono le linee evolutive degli ominidi e dei pongidi, i nostri parenti più prossimi.

I La storia della specie umana inizia con i primati

Tra i mammiferi, l'ordine dei primati comprende i lemuri, i tarsi, le scimmie (del Vecchio e del Nuovo mondo) e le scimmie antropomorfe e gli esseri umani. I primati più antichi erano probabilmente piccoli mammiferi arboricoli che comparvero quando i dinosauri dominavano ancora il pianeta, oltre 65 milioni di anni fa.

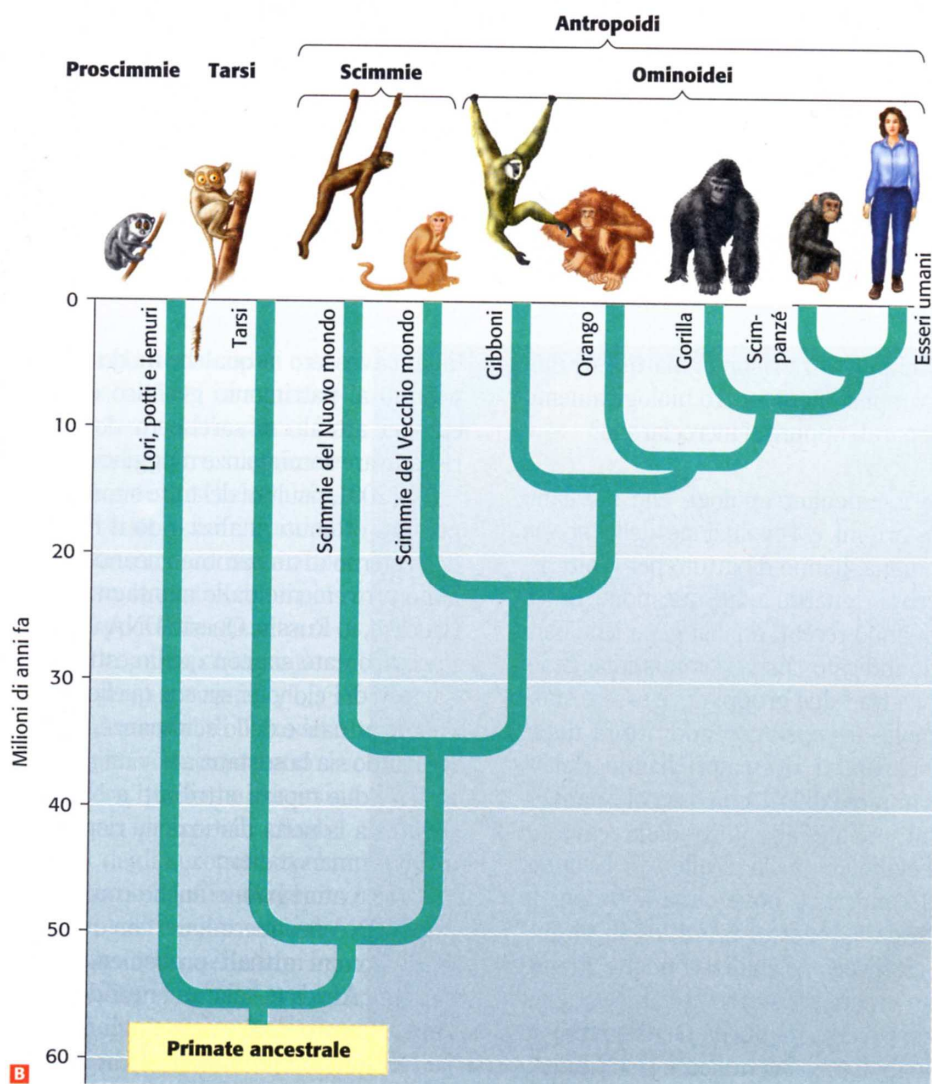
La maggior parte degli attuali primati mantiene ancora abitudini arboricole, come dimostrano gli adattamenti corporei generati, per selezione naturale, dall'esigenza di vivere sugli alberi. Sebbene gli esseri umani non abbiano mai vissuto sugli alberi, il corpo umano conserva molti caratteri che si sono evoluti nei nostri progenitori arboricoli.

Il lori gracile, un animale della taglia di uno scoiattolo (►figura 37.1A), mostra numerose caratteristiche di base dei primati. La spalla e l'anca, per esempio, sono molto mobili e gli consentono di arrampicarsi e di muoversi per **brachiazione**, cioè appendendosi e lasciandosi dondolare da un ramo all'altro. Grazie alle cinque dita delle mani e dei piedi, anch'esse estremamente mobili, e al fatto di avere l'alluce e il pollice opponibili, questo animale è in grado di aggrapparsi ai rami e di esaminare con cura il cibo, azione che riesce a svolgere anche per la grande sensibilità al tatto di tutte e quattro le estremità. Inoltre, i lori hanno muso corto e occhi molto vicini collocati in posizione frontale; ciò permette una visione stereoscopica che migliora la percezione della profondità di campo, requisito fondamentale per potersi muovere sugli alberi. Noi umani abbiamo in comune con il lori gracile tutte queste caratteristiche di base dei primati, eccetto l'alluce opponibile.



Figura 37.1
Un lori gracile, una prosimie.
L'albero filogenetico dei primati.

Come vedete nell'albero filogenetico della ►figura 37.1B, il lori gracile appartiene a uno dei tre principali gruppi di primati attuali, le **prosimie** (dal greco *pro*, prima, e dal latino *simia*, scimmia). I lori e i potti dell'Africa tropicale e dell'Asia meridionale appartengono alla stessa linea filogenetica dei lemuri (all'estrema sinistra dell'albero). Variabili nella taglia dai 25 g del lemure topo pigmeo agli 8 kg del sifaka (►figura 37.1C), i lemuri rappresentano un gruppo assai diversificato di primati che vivono soltanto nell'isola del Madagascar, 420 km al largo dell'Africa orientale, nell'Oceano Indiano. Su questa grande isola, separatasi dal continente africano a causa dei movimenti tettonici, si è verificata una speciazione indipendente durata oltre 100 milioni di anni. Purtroppo, delle circa 50 specie di lemuri originariamente presenti, 18 si sono estinte negli ultimi 2000 anni, in coincidenza con la coloniz-



zazione da parte dell'uomo di questo territorio. La maggior parte dei lemuri è costituita da agili arrampicatori e saltatori, e trascorre quasi tutto il suo tempo sugli alberi; oggi i lemuri sono gravemente minacciati dalla distruzione del loro habitat, la foresta tropicale.

I **tarsi** costituiscono un secondo gruppo di primati. Confinati nell'Asia sud-orientale, questi piccoli mammiferi arboricoli e notturni hanno musi appiattiti e occhi molto grandi (► figura 37.1D). I reperti fossili indicano che i tarsi sono più affini agli antropoidi, cioè il terzo gruppo di primati, che alla linea filogenetica dei lori e dei potti.

Gli **antropoidi** (dal greco *anthropos*, uomo e *eidos*, forma), comprendono le **scimmie** e gli **ominoidei**, che a loro volta comprendono le **scimmie antropomorfe**, o pongidi, e l'uomo. Gli antropoidi hanno generalmente un encefalo più grande in rapporto alle dimensioni del corpo e si affidano più alla vista che all'olfatto rispetto ad altri mammiferi; hanno inoltre pollice completamente opponibile alle altre quattro dita della mano. Nelle scimmie e nella maggior parte delle antropomorfe il pollice opponibile ha una funzione prensile, mentre nella specie umana una struttura ossea caratteristica permette una manipolazione molto più accurata.

Le testimonianze fossili indicano che gli antropoidi cominciarono a divergere dagli altri primati circa 50 milioni

di anni fa. Come indica l'albero genealogico, le scimmie non costituiscono un gruppo monofiletico: le prime scimmie probabilmente si sono originate nel Vecchio mondo (Africa e Asia) e poi hanno raggiunto il Sudamerica dall'Africa. Le scimmie del Vecchio mondo e quelle del Nuovo mondo (le Americhe) si sono quindi evolute separatamente per oltre 30 milioni di anni.

Le scimmie del Nuovo mondo, o **platirrine**, che vivono nel Centramerica e nel Sudamerica, sono tutte arboricole; hanno narici larghe e distanziate, e molte, come la scimmia ragno lanosa (► figura 37.1E, a sinistra) che vive nelle foreste pluviali del Brasile orientale, possiedono una lunga coda prensile, adatta ad aggrapparsi ai rami degli alberi (anche molte scimmie del Vecchio mondo hanno una coda, che però non è prensile). Una scimmia del Nuovo mondo molto appariscente (► figura 37.1E, a destra) è il piccolo uistiti dorato, grande quanto uno scoiattolo, che abita anch'esso nelle foreste pluviali pianeggianti del Brasile orientale. Poiché la maggior parte del suo habitat è stata distrutta dagli insediamenti urbani, negli anni Settanta questa specie era ridotta in natura a meno di 200 individui; notevoli sforzi di conservazione a livello internazionale hanno riportato la popolazione naturale intorno a 1200 esemplari.

Le scimmie del Vecchio mondo, o **catarrine**, non hanno coda prensile e sono caratterizzate da narici che si aprono verso il basso. Comprendono i macachi (► figura 37.1F), i babbuini e i mandrilli. Molte specie sono arboricole, mentre altre, come i babbuini della savana africana, sono terricole.

Sia le platirrine sia le catarrine sono attive nelle ore diurne e di solito vivono in gruppi sociali; le scimmie, inoltre, si distinguono dalla maggior parte degli ominoidei perché hanno le braccia di lunghezza simile a quella delle gambe.

Le linee filetiche delle scimmie del Vecchio mondo e degli ominoidei, di cui parleremo nel prossimo paragrafo, si sono separate circa 20-25 milioni di anni fa; la divergenza che ha dato origine agli esseri umani a partire da un antenato comune con lo scimpanzé risalirebbe a 5-7 milioni di anni fa.

? A quale ordine di mammiferi appartiene la nostra specie? Quali sono i gruppi principali di quest'ordine?



► Figura 37.1

C Il sifaka, un lemure, con il piccolo.

D Un tarsio, del gruppo dei tarsi.

E Scimmie del Nuovo mondo, o platirrine: una scimmia ragno (a sinistra, con coda prensile) e uno uistiti dorato (a destra, con narici che si aprono lateralmente).

F Scimmie del Vecchio mondo, o catarrine: un macaco con il piccolo.

Gli ominoidei comprendono la specie umana e le scimmie antropomorfe

Gli ominoidei comprendono: i gibboni (nove specie), l'orango, i gorilla (due specie), lo scimpanzé e il bonobo, che nel complesso sono detti scimmie antropomorfe, e la specie umana. Se si esclude l'uomo, essi hanno un areale geografico più ristretto di quello delle scimmie. Gli ominoidei si sono infatti evoluti e diversificati soltanto in Africa e nel Sud-est asiatico e sono confinati nelle regioni tropicali, principalmente nelle foreste pluviali. Le scimmie antropomorfe sono prive di coda e i loro arti anteriori sono più lunghi di quelli posteriori; sono essenzialmente vegetariane, tuttavia gli scimpanzé si nutrono anche di insetti e alcune specie si cibano di vertebrati come giovani antilopi, maiali e altre scimmie; anche l'uomo è una specie onnivora. Gli ominoidei hanno cervelli più grandi relativamente alla loro taglia rispetto a tutti gli altri primati e, di conseguenza, hanno un comportamento molto più flessibile.

I gibboni (►figura 37.2A), che vivono tutti nel Sud-est asiatico, sono le scimmie antropomorfe di taglia più piccola, più leggere e più agili; le nove specie di gibboni sono le uniche a essere completamente arboricole e monogame, con coppie stabili per la vita.

L'orango, specie elusiva e solitaria che vive nelle foreste pluviali di Sumatra e del Borneo, è il mammifero arboricolo di taglia più grande. Si muove piuttosto lentamente sugli alberi, sostenendo il corpo tarchiato con tutti e quattro gli arti (►figura 37.2B). Diversamente dal gibbono, l'orango occasionalmente scende a terra avventurandosi nel sottobosco.

Il gorilla (►figura 37.2C) è la scimmia antropomorfa di taglia maggiore: alcuni maschi sono alti quasi 2 m e arrivano a pesare oltre 200 kg. Il gorilla, che abita nelle foreste pluviali dell'Africa, vive generalmente in gruppi sociali di una ventina di individui, trascorrendo la maggior parte del tempo al suolo. Questo animale sostiene il proprio peso appoggiandosi sul terreno con le nocche degli arti anteriori, ma è in grado anche di rizzarsi sugli arti posteriori.

Anche gli scimpanzé e i membri della specie appartenente allo stesso genere, il bonobo, camminano sulle nocche. Questi primati passano circa un quarto del loro tempo al suolo e vivono nelle foreste pluviali dell'Africa centrale, ma lo scimpanzé è presente anche nella savana africana. Gli scimpanzé sono stati ampiamente studiati poiché, per molti aspetti, il loro comportamento assomiglia a quello umano; per esempio, gli scimpanzé fabbricano e usano semplici utensili: l'individuo che vedete nella ►figura 37.2D sta utilizzando uno stelo d'erba per catturare delle termiti.

Una delle nostre convinzioni più diffuse è che l'uomo sia il solo essere pensante e consapevole di sé. Il comportamento dello scimpanzé di fronte a uno specchio, tuttavia, mette

in dubbio questa certezza. Quando uno scimpanzé viene messo davanti a uno specchio, si comporta come tutti gli altri animali, ossia come se stesse vedendo un altro individuo della sua specie; dopo alcuni giorni, però, lo scimpanzé comincia a utilizzare lo specchio per esaminare il proprio viso e altre parti del suo corpo che non potrebbe vedere senza di esso, dimostrando in questo modo di avere consapevolezza di sé. In seguito, può anche mettersi a fare delle smorfie, usando espressioni differenti da quelle usate per comunicare con gli altri.

Analisi molecolari indicano che lo scimpanzé e il gorilla sono imparentati più con l'uomo che con gli altri ominoidei. Questa parentela è particolarmente stretta fra l'uomo e lo scimpanzé: il DNA umano e quello dello scimpanzé differiscono per meno dell'1% del totale. Gli studiosi dei primati sono ben consci di quanto le scimmie antropomorfe siano importanti per noi; come sostiene Jane Goodall, una grande esperta di questi animali: «Il più importante risultato delle ricerche sugli scimpanzé è probabilmente la conclusione poco gratificante che noi non siamo i soli esseri consapevoli e razionali di questo pianeta».



Quali primati comprende il gruppo degli ominoidei? Quali ominoidei sono più strettamente imparentati con la specie umana?



3 La linea evolutiva da cui discende la specie umana risale a pochi milioni di anni fa

Sappiamo che la divergenza evolutiva che ha dato origine da una parte agli uomini e dall'altra agli scimpanzé risale probabilmente a 5-7 milioni di anni fa (vedi ► figura 37.1B). La **paleoantropologia** si occupa propriamente di questo segmento della storia biologica, cioè dell'origine e dell'evoluzione dell'uomo. Se potessimo idealmente comprimere la storia di tutta la vita sulla Terra nell'arco di un anno, questo punto di divergenza tra ramo umano e ramo degli scimpanzé sarebbe posto soltanto 18 ore prima della mezzanotte del 31 dicembre.

L'uomo differisce dalle scimmie antropomorfe per diversi caratteri derivati. Il più evidente tra questi caratteri è il **bipedismo** (o **bipedia**) cioè la postura eretta sulle gambe. Rispetto agli altri ominoidi, gli uomini hanno anche mandibole più accorciate e facce più appiattite. La specie umana ha inoltre cervello più grande ed è capace di comunicare attraverso un linguaggio articolato, di elaborare un pensiero simbolico e di costruire e utilizzare strumenti complessi. Altre peculiarità riguardano i legami di coppia duraturi e le cure parentali molto prolungate rispetto agli altri ominoidi.

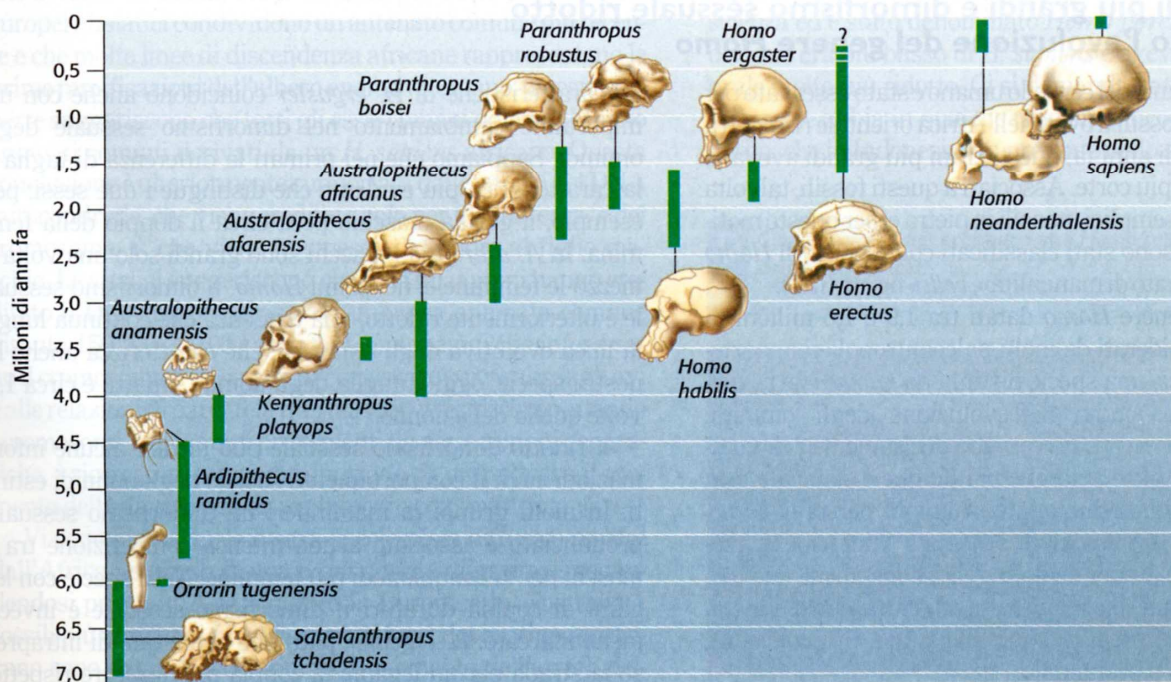
I paleoantropologi hanno finora portato alla luce fossili appartenenti a una ventina di specie di **ominidi** estinti, tutte più strettamente affini agli uomini che agli scimpanzé e, quindi, collocabili lungo la ramificazione evolutiva relativa all'uomo. (Ricordiamo che il termine *ominoidi* si riferisce nel complesso a tutte le scimmie antropomorfe e alla specie umana, e che il termine *antropoidi* ha un senso più ampio, comprendendo anche le altre scimmie.)

La ► figura 37.3 mostra uno schema temporale che colloca alcune delle specie di ominidi analizzate dai paleoantropolo-

gi. Le barre verdi verticali indicano il periodo di persistenza di ciascuna specie, cioè il lasso di tempo che intercorre dalla sua presunta comparsa fino alla sua estinzione, ricavato in base alla documentazione fossile disponibile. L'ominide più antico finora rinvenuto è *Sahelanthropus tchadensis*, vissuto tra 7 e 6 milioni di anni fa. Come suggerisce lo schema cronologico, le analisi paleontologiche indicano che la diversità degli ominidi aumenta nettamente nel periodo tra 2 e 4 milioni di anni fa. Molte specie di questo periodo sono collettivamente indicate come **australopitechi**, nonostante la loro storia evolutiva sia ancora da chiarire a fondo e sebbene quasi certamente non si tratti di un gruppo monofiletico. Gli australopitechi devono il loro nome alla scoperta nel 1924 in Sudafrica di *Australopithecus africanus* («scimmia dell'emisfero australe»), una specie vissuta tra 3 e 2,4 milioni di anni fa. Alcuni australopitechi sono parzialmente contemporanei a specie del genere *Homo*.

L'evoluzione degli ominidi non è una successione direzionale di specie che ha portato da un ominide ancestrale a *Homo sapiens*, ma riflette una filogenesi assai complessa, con molti gruppi comparsi e quindi estinti lasciando rami troncati: più che a una linea retta, assomiglia a un cespuglio. Eppure, anche se in vari periodi diverse specie sono vissute contemporaneamente, tutte, eccetto una soltanto, alla fine si sono estinte.

? Osserva i dati dei fossili illustrati nella figura 37.3: quante specie di ominidi esistevano 1,7 milioni di anni fa?



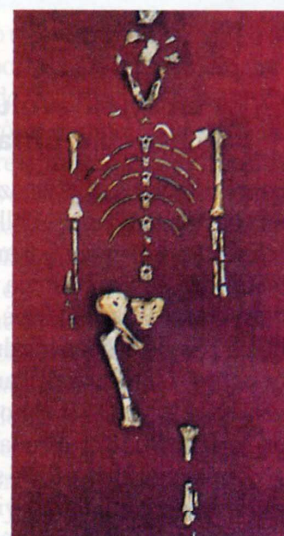
► **Figura 37.3**
Schema cronologico dell'evoluzione di varie specie di ominidi.

4 La postura eretta si è evoluta prima che il cervello umano aumentasse di volume e complessità

Il bipedismo degli ominidi è un carattere molto antico. Le ossa delle gambe di *Australopithecus anamensis*, risalente a 4 milioni di anni fa, suggeriscono che già i primi ominidi stavano evolvendosi verso la stazione eretta. Circa 3,5 milioni di anni fa, alcuni animali bipedi appartenenti alla specie *A. afarensis* lasciarono le impronte dei loro piedi nelle ceneri eruttate da un vulcano che sorgeva in una regione dell'Africa orientale corrispondente all'attuale Tanzania (►figura 37.4, a sinistra). I fossili di tali impronte furono scoperti nel 1978 dall'antropologa inglese Mary Leakey.

Un altro indizio della postura eretta è dato dalla posizione dell'apertura che si trova alla base del cranio, attraverso cui passa il midollo spinale protetto dalle vertebre della colonna vertebrale. Nei primi ominidi (e negli esseri umani) questa apertura è posta proprio sotto al cranio, permettendo la posizione eretta del capo, sopra al tronco.

Nel 1974, nella regione di Afar dell'Etiopia, i paleoantropologi scoprirono uno scheletro di ominide completo al 40%. Datato 3,24 milioni di anni, il fossile fu soprannominato «Lucy»; si trattava di una femmina di piccola taglia, alta circa 1 m. Lucy e i fossili equiparabili vennero assegnati alla specie *Australopithecus afarensis*, ominidi che camminavano bipedi e che hanno calcato la scena africana per almeno un milione di anni. Sembra che, nel complesso, gli australopithecini adottassero vari stili di locomozione e che alcune specie trascorressero più tempo sul terreno rispetto ad altre. I paleoantropologi hanno a lungo messo in correlazione l'evoluzione dell'andatura bipede tra gli ominidi con l'aumentare dell'estensione della savana dovuto a cambiamenti climatici. Tuttavia, tutti i fossili di ominidi di più recente scoperta mostrano segni di bipedismo nonostante nessuno di essi sembra sia vissuto nella savana. In ogni ca-



so, la pressione selettiva che ha portato alla stazione eretta ha lasciato liberi gli arti anteriori dei nostri antenati per altri usi, come la costruzione e la manipolazione di attrezzi.

Questi primitivi ominidi dimostrano che il bipedismo, un tratto umano fondamentale, si è evoluto milioni di anni prima che l'altra basilare caratteristica umana, cioè il cervello voluminoso, diventasse spiccatamente evidente. Secondo il biologo evoluzionista Stephen Jay Gould: «L'umanità prima si è alzata in piedi e poi è diventata intelligente».

? Come fanno i paleoantropologi a ritenere bipede una specie fossile osservandone soltanto il cranio?

5 Cervelli più grandi e dimorfismo sessuale ridotto segnano l'evoluzione del genere *Homo*

L'aumento di volume del cervello umano è stato osservato per la prima volta in fossili trovati nell'Africa orientale risalenti a circa 2,4 milioni di anni fa; questi crani più grandi avevano anche mandibole più corte. Associati a questi fossili, talvolta sono stati trovati semplici utensili in pietra e, per questo motivo, tali individui sono stati classificati con il nome di *Homo habilis* («uomo dotato di manualità», vedi ►figura 37.3).

I fossili del genere *Homo* datati tra 1,9 e 1,6 milioni di anni fa sono considerati da molti paleoantropologi appartenenti a *H. ergaster*, una specie distinta da *habilis* che segnerebbe un nuovo stadio nell'evoluzione degli ominidi. Questo ominide presenta un cervello decisamente più voluminoso di *habilis*, oltre a gambe più lunghe e slanciate, con articolazione del ginocchio adatta a lunghi percorsi. *H. ergaster* è stato inoltre associato a utensili litici (cioè di pietra) più sofisticati. I suoi denti suggeriscono anche che fosse già onnivoro, cioè che mangiasse più carne e meno materia vegetale, e che preparasse il cibo prima di masticarlo, forse cucinandolo o pestandolo.

Le caratteristiche di *H. ergaster* coincidono anche con un importante cambiamento nel dimorfismo sessuale degli ominidi. Sappiamo che nei primati la differenza di taglia è la caratteristica più evidente che distingue i due sessi: per esempio, il gorilla maschio pesa circa il doppio della femmina. In *A. afarensis* i maschi sono grandi solo una volta e mezzo le femmine e, nei primi *Homo*, il dimorfismo sessuale è ulteriormente ridotto, una tendenza che continua lungo la linea evolutiva degli ominidi e che caratterizza anche la nostra specie: oggi la taglia degli uomini, infatti, è circa 1,2 volte quella delle donne.

Il ridotto dimorfismo sessuale può fornire alcune informazioni circa il comportamento sociale degli ominidi estinti. In molti gruppi di mammiferi un dimorfismo sessuale pronunciato è associato a una intensa competizione tra i maschi per la conquista di più femmine. Nelle specie con legami di coppia duraturi il dimorfismo sessuale è invece meno marcato. *H. ergaster* potrebbe avere quindi intrapreso la strada per un legame di coppia più duraturo rispetto

ai primi ominidi; questo cambiamento potrebbe essere stato associato alle cure parentali più prolungate offerte da entrambi i genitori membri della coppia. I bambini sono completamente dipendenti dai loro genitori per il cibo e la protezione molto più a lungo rispetto ai giovani di scimpanzé e di tutti gli altri ominoidi.

I fossili di *H. ergaster* furono in origine descritti come appartenenti a membri primitivi di un'altra specie, *H. erectus*, e, in effetti, sono a essi strettamente affini. *H. erectus* fu il primo ominide a migrare al di fuori del continente africano: i più an-

tichi fossili di ominidi non africani furono scoperti nel 2000 in Georgia (ex Unione Sovietica) e sono datati 1,8 milioni di anni fa. In realtà, *erectus* si era spostato ancora verso oriente, raggiungendo l'Indonesia. Nonostante il suo successo, e per cause ignote, questo ominide si estinse circa 200 000 anni fa.



Perché il ridotto dimorfismo sessuale di *Homo erectus* potrebbe indicare che questa specie fosse prevalentemente monogama?

6 Quando e dove fece la sua comparsa *Homo sapiens*?

L'analisi dei reperti fossili e lo studio del loro DNA sono gli strumenti che abbiamo a disposizione per formulare ipotesi circa la comparsa e la diffusione della nostra specie, *Homo sapiens*.

Dai ritrovamenti effettuati finora, sembra chiaro che il genere *Homo* fece la sua prima comparsa nel continente africano. Le specie più antiche (probabilmente *ergaster* ed *erectus*) dettero origine a specie più recenti, come *H. heidelbergensis* (rinvenuto anche in Africa e datato 600 000 anni fa), e quindi a *H. sapiens*. I più antichi fossili conosciuti della nostra specie sono stati rinvenuti in Etiopia e sono datati 160 000-195 000 anni fa (►figura 37.6A). Questi primi esseri umani non avevano le possenti arcate sopraccigliari tipiche di *erectus* e di *neanderthalensis* ed erano anche molto meno robusti. Come abbiamo visto nel paragrafo introduttivo, i dati indicano che gli uomini di Neanderthal apparvero in Europa circa 200 000 anni fa; essi erano probabilmente dei discendenti di *H. heidelbergensis*.

I fossili etiopici confermano le prove molecolari circa le origini dell'uomo moderno: oltre a mostrare che gli esseri umani attuali di tutto il mondo sono più affini gli uni agli altri che ai neandertaliani, studi condotti sul DNA indicano che europei e asiatici condividono un antenato comune più recente e che molte linee di discendenza africane rappresentano le prime ramificazioni dell'albero evolutivo umano. Queste scoperte suggeriscono che tutti gli esseri umani odierni abbiano antenati comuni derivati da un *H. sapiens* africano. Questa conclusione è ulteriormente supportata dalle analisi del DNA mitocondriale, che viene ereditato solo per via materna, e del cromosoma Y, che viene trasmesso dal padre al figlio maschio. Le analisi suggeriscono che tutti gli uomini hanno ereditato il DNA mitocondriale da un'unica antenata comune vissuta 150 000-200 000 anni fa. Le mutazioni che interessano il cromosoma Y possono invece servire per risalire agli avi e alle relazioni di parentela tra i maschi viventi: confrontando i cromosomi Y di uomini provenienti da varie regioni geografiche, i ricercatori sono stati in grado di individuare il momento della divergenza da un antenato comune africano.

Vi sono prove che la nostra specie si sia diffusa a partire dall'Africa nel corso di una o più ondate migratorie, espandendosi prima in Asia e quindi in Europa e in Australia; i fossili più antichi di *H. sapiens* al di fuori del continente africano sono datati 50 000 anni fa. Il momento dell'arrivo del-



l'uomo nel Nuovo mondo è invece incerto, sebbene il reperto più antico generalmente accettato risale a 15 000 anni fa.

A seguito della migrazione dall'Africa, in Asia e in Europa gli uomini *sapiens* incontrarono necessariamente i *neanderthalensis*: quest'ultima specie potrebbe essere addirittura stata spinta verso l'estinzione dall'azione combinata del sopraggiungere dell'ultima era glaciale e della competizione con gli uomini moderni.

Come è facile immaginare, nuove scoperte aggiornano e rinnovano continuamente le ipotesi circa l'evoluzione umana. Il rapido affermarsi di *H. sapiens* potrebbe essere stato determinato dall'evoluzione del pensiero cognitivo della nostra specie. Sebbene i neandertaliani fossero in grado di produrre utensili già sofisticati, essi mostrano poca creatività e non molta capacità di pensiero simbolico. Al contrario, i ricercatori hanno trovato prove molto antiche di questo tipo di cognizione nell'uomo moderno (►figura 37.6B). Nel 2004, per esempio, alcuni ricercatori hanno portato alla luce uno scheletro di ominide adulto datato solo 18 000 anni fa: ritrovato nell'isola indonesiana di Flores, questo fossile rappresenta un ominide in precedenza sconosciuto alla scienza ed è stato denominato *Homo floresiensis*. Questo individuo era più basso di *H. sapiens* e aveva un volume cerebrale molto più ridotto. Ci si domanda naturalmente se questa specie abbia in qualche momento incontrato l'uomo moderno, che in Indonesia era presente nello stesso periodo.



Quali prove indicherebbero che *Homo sapiens* ha avuto origine in Africa?



CD
Activity 37B
Human evolution

► Figura 37.6

A Uno dei più antichi fossili di *Homo sapiens*.

B Incisioni su un pezzo di ocra risalenti a 77 000 anni fa, tra i primi segni del pensiero simbolico dell'umanità.

La specie umana si è adattata alle varie latitudini evolvendo diversi colori della pelle e ha avuto successo grazie al linguaggio

Con la migrazione della specie umana in tutto il mondo, gli uomini hanno dovuto fare i conti con ambienti molto diversificati che ne hanno modellato l'evoluzione per molte caratteristiche, dal colore della pelle al linguaggio.

■ **L'adattamento alle radiazioni UV.** Quando le prime specie di ominidi cominciarono a percorrere lunghe distanze a piedi, una progressiva riduzione della copertura di peli del corpo rese sempre più efficiente il sistema di raffreddamento corporeo. La loro pelle nuda divenne però esposta alle dannose radiazioni ultraviolette (UV) dei raggi solari. La pigmentazione scura costituisce infatti uno scudo efficace contro queste radiazioni nocive, ma, dato che il cancro alla pelle solitamente insorge dopo l'età riproduttiva, questa protezione non è stata probabilmente un fattore selettivo nell'evoluzione della pigmentazione epidermica. Un'ipotesi alternativa è che la pelle scura si sia evoluta perché protegge contro la perdita di acido folico prodotta dai raggi ultravioletti; l'acido folico è infatti una sostanza indispensabile per la produzione di sperma e anche per il corretto sviluppo del feto.

E allora, come mai non tutti gli uomini hanno la pelle scura? Nonostante la maggior parte degli effetti della radiazione solare sia pericolosa, i raggi UV catalizzano la sintesi della vitamina D nella pelle. Questa vitamina liposolubile facilita l'assorbimento del calcio presente negli alimenti, un elemento indispensabile per lo sviluppo e la salute delle ossa. Gli uomini con pelle scura evolutisi in Africa equatoriale ricevevano evidentemente sufficienti radiazioni per attivare la sintesi della vitamina D, mentre alle latitudini via via più settentrionali le popolazioni ne ricevevano meno. La perdita di pigmentazione nelle popolazioni migrate dall'Africa verso settentrione può in effetti aver permesso alla loro pelle di ricevere radiazioni UV sufficienti per produrre questa vitamina.

L'evoluzione di pigmentazioni epidermiche è probabilmente il risultato di un compromesso evolutivo tra la necessità di limitare la perdita di acido folico e quella di produrre una quantità sufficiente di vitamina D. A seguito delle ondate migratorie più recenti si è verificato che molte persone oggi vivono in aree dove ricevono o troppe o troppo poche radiazioni UV rispetto al loro tipo di pigmentazione epidermica.

■ **I geni del linguaggio.** C'è un altro adattamento che ha reso possibile e facilitato la diffusione della specie umana in tutti i continenti, e che riguarda una delle caratteristiche più squisitamente umane, il linguaggio.

Gli altri primati emettono suoni di vario genere per comunicare tra loro. Gli scimpanzé, per esempio, gridano per avvertire di un pericolo gli altri membri del gruppo. Anche altri mammiferi non primati mostrano questo semplice tipo di comunicazione. Perché dunque gli esseri umani sono in grado sia di emettere vocalizzi semplici sia di articolare suoni utili a sostenere conversazioni complesse, imparando il linguaggio dai membri più anziani del gruppo sociale, e di creare complesse società che funzionano propriamente grazie all'uso di un linguaggio comune? Inoltre, la nostra specie è anche

in grado di utilizzare il linguaggio per concetti astratti, riferendosi a oggetti non presenti e a sensazioni, di parlare del futuro e di effettuare delle generalizzazioni (► figura 37.7).

Nei primi anni Novanta, studiando una famiglia caratterizzata da un raro difetto dello sviluppo, alcuni ricercatori riuscirono a mettere in relazione questo problema con un gene specifico per l'abilità nel linguaggio. Numerosi membri di questa famiglia, infatti, avevano notevoli difficoltà nella parola; analizzando i loro geni e confrontandoli con campioni di controllo, gli studiosi ipotizzarono che tale anomalia fosse collegata a un gene chiamato *FOXP2*. Questo gene è implicato nello sviluppo della morfologia dell'encefalo; in effetti, più che controllare una singola funzione, il *FOXP2* codifica per un fattore di trascrizione che controlla l'espressione di molti geni. Nella famiglia in esame, gli individui con i disturbi del linguaggio presentavano una versione leggermente modificata di quel gene. Questa piccola difformità risulta tuttavia abbastanza importante da interferire con i meccanismi dello sviluppo delle regioni dell'encefalo legate al linguaggio.

Questa scoperta diede il via al confronto con altre specie. Altri animali, infatti, tra cui coccodrilli, uccelli, topi e scimmie, hanno lo stesso gene *FOXP2*: eppure, la versione umana è diversa da tutte le altre, fatto che spiegherebbe le nostre capacità linguistiche uniche. Gli animali con il gene *FOXP2* più simile al nostro sono gli uccelli dell'ordine passeriformi, detti anche uccelli canori, come gli usignoli, e dell'ordine psittaciformi, cioè i pappagalli; anche questi animali apprendono il corretto comportamento vocale e canoro dagli altri membri della propria specie. La forma umana del gene *FOXP2* probabilmente fece la sua comparsa nel corso degli ultimi 100 000 anni, un lasso di tempo che coincide con l'evoluzione e la diffusione di *H. sapiens*.

Il *FOXP2* non è certo l'unico gene che permette agli uomini di parlare, dato che altri geni modellano diverse regioni anatomiche dell'encefalo che risultano coinvolte nel linguaggio. In ogni caso, i ricercatori ritengono che proprio il *FOXP2* sia il gene chiave che permette l'espressione del pensiero umano e che rende possibile la trasmissione delle conoscenze tra gli adulti e i giovani. Il linguaggio è il fondamento della nostra cultura, un concetto cui è dedicata la prossima sezione di questo capitolo.



► **Figura 37.7**

La conversazione è una caratteristica squisitamente umana.

8 La cultura ha conferito alla specie umana la capacità di modificare profondamente il proprio ambiente

Il percorso evolutivo di *H. sapiens* è stato contrassegnato da tre momenti fondamentali:

1. l'evoluzione della postura eretta, con relativa ristrutturazione dell'intero scheletro (piede, bacino, cranio e colonna vertebrale);
2. l'aumento del volume cerebrale, che ha comportato la necessità, dopo la nascita, di un periodo più lungo di sviluppo del cranio e del suo contenuto;
3. l'evoluzione di un periodo prolungato di cure parentali.

Le difficoltà del parto sono dovute in parte alla postura eretta, che limita l'ampiezza dell'apertura pelvica attraverso cui il nascituro deve passare, e in parte alla testa del bambino eccezionalmente grande rispetto al resto del corpo, due caratteristiche che nessun altro animale possiede. Il cervello umano continua ad accrescersi e a svilupparsi nel corso dell'infanzia, un periodo molto intenso e peculiare della crescita; inoltre, le cure per i figli sono assai più prolungate nel tempo di quelle di qualunque altra specie e offrono ai bambini la possibilità di trarre insegnamento dalle esperienze delle genera-

zioni precedenti. Sono queste le basi di ciò che indichiamo come **cultura**, cioè l'insieme delle conoscenze, dei costumi, delle credenze, delle arti e di altre attività umane che viene trasmesso nel corso delle generazioni, principalmente attraverso il linguaggio scritto o parlato.

Più di ogni altro fattore che ha caratterizzato la storia dell'uomo, la cultura ha conferito a *H. sapiens* un potere unico nella storia della vita sulla Terra, ossia quello di poter sfidare i propri limiti fisici e alterare la natura a una velocità di gran lunga superiore a quella dell'evoluzione biologica. La nostra cultura infatti ci rende capaci di modificare l'ambiente a seconda delle nostre necessità; inoltre, la stessa cultura ha consentito un forte incremento demografico, che oggi minaccia la sopravvivenza di molte altre specie e mette in crisi la capacità del nostro pianeta di sostenerci. Nei prossimi tre paragrafi esamineremo tre diversi stadi della cultura umana.

? Quale ruolo gioca un lungo periodo di cure parentali nello sviluppo della cultura?

9 I primi esseri umani erano saprofagi, raccoglitori e cacciatori

Il primo stadio della nostra cultura, che in base alle tre principali attività praticate corrisponde a quello di saprofago-raccoglitore-cacciatore, è cominciato in Africa con gli australopithecini ed è continuato poi con varie specie del genere *Homo*. Queste attività sono state quelle prevalenti di *H. sapiens* per gran parte degli ultimi 100 000 anni. Infatti, dalla sua comparsa, la specie umana ha soddisfatto i propri bisogni alimentari nutrendosi di animali uccisi da altri predatori e raccogliendo frutti, semi e piante selvatici, piuttosto che andando a caccia. Soltanto negli ultimi 50 000 anni l'abilità di costruire utensili adatti alla caccia ha reso questa attività la pratica principale per procurarsi il cibo, sostituendo progressivamente le abitudini saprofaghe.

Lo stile di vita di raccoglitore-cacciatore si trova ancora oggi nelle tradizioni di alcune società. La ►figura 37.9 mostra un boscimane !Kung, un cacciatore esperto nel tiro con l'arco (il punto esclamativo rappresenta un suono particolare usato nel loro linguaggio). I boscimani !Kung, che abitano nell'Africa sud-occidentale, appartengono a uno dei numerosi popoli che vivono di raccolta e di caccia.



Con lo sviluppo della capacità di utilizzare utensili efficaci nella caccia di gruppo, gli esseri umani hanno cominciato a influire sulle popolazioni naturali di diverse specie. I reperti fossili indicano che la nostra specie ha decimato le popolazioni europee di rinoceronte lanoso e di cervo gigante, così come gli uomini approdati sul continente australiano circa 50 000 anni fa via mare probabilmente sono i responsabili della scomparsa del canguro gigante e di altri marsupiali.

I cacciatori-raccoglitori non solo fabbricavano utensili, ma organizzavano attività comuni, suddividendosi i compiti. Molti gruppi costruirono anche dimore semi-permanenti vicino a terreni ricchi di selvaggina e lungo le coste marine e lacustri, mentre altri cominciarono a coltivare i campi e ad avviare scambi di merce con altri gruppi. Tali attività portarono a un nuovo stadio culturale, l'affermarsi dell'agricoltura.

? Che cosa ha reso possibile il passaggio dallo stato di raccoglitori e saprofagi a quello di cacciatori?

► Figura 37.9

Un boscimane !Kung a caccia con arco e frecce.

10 Lo sviluppo dell'agricoltura è stato un impulso fondamentale nella storia umana

L'agricoltura, il secondo stadio fondamentale dell'evoluzione culturale, si sviluppò in Africa, Eurasia e nelle Americhe tra 10 000 e 15 000 anni fa.

Nel Medio Oriente, l'area agricola più importante doveva trovarsi nella cosiddetta Mezzaluna fertile, una regione che si estende a nord-est del fiume Nilo, in Africa, e che comprende gli stati odierni di Israele, Palestina, Siria, Iraq e Kuwait. Anticamente questa ampia regione era ricoperta di foreste e praterie ed era caratterizzata da suoli fertili. Gli uomini disboscavano le foreste e coltivarono i terreni per molti anni, soprattutto a frumento, senza però ridurre drasticamente la fertilità. Circa 5000 anni fa, gli agricoltori iniziarono a usare aratri primitivi, come quello del contadino egiziano che vedete nella ►figura 37.10. L'aratro rompeva le grosse zolle di terreno erboso e rendeva disponibili per la coltivazione nuove aree. Una coltivazione più intensiva ebbe come conseguenza un incremento demografico delle popolazioni locali che, a sua volta, portò a uno sfruttamento via via maggiore del suolo per ottenere più cibo. Mandrie di animali domestici pascolavano nei terreni erbosi, riducendone la vegetazione ed esponendoli all'azione erosiva dei venti e delle piogge; i



raccolti, infine, privavano il suolo di sostanze nutritive. Questo sovrassfruttamento del suolo, insieme ai cambiamenti climatici, ha accelerato il processo di desertificazione e oggi gran parte di quella che era la Mezzaluna fertile è diventata un deserto.

L'agricoltura ha cambiato per sempre il nostro rapporto con la biosfera; dedicandosi alla coltivazione come nuovo stile di vita, *Homo sapiens* fece

il primo importante passo per diventare la specie dominante sulla Terra. Insieme all'agricoltura nacquero insediamenti permanenti e, con essi, i primi villaggi. Grazie al miglioramento delle tecniche agricole, per nutrire la popolazione erano necessari sempre meno uomini dediti alla coltivazione della terra, e così molte persone si specializzarono in altre attività. In questo modo, l'agricoltura aprì la strada allo sviluppo della tecnologia, dell'industria e delle arti, la successiva grande spinta culturale che continua ancora oggi.

Figura 37.10
Agricultura con un aratro primitivo.

? Che tipo di relazione esiste tra agricoltura e insediamenti urbani?

11 Lo sviluppo della tecnologia ha segnato la cultura umana e ha cambiato il mondo

Grazie alla Rivoluzione Industriale, che ebbe origine in Inghilterra nel diciottesimo secolo, la produzione di utensili e di altri prodotti passò dal livello artigianale su scala ridotta a quello industriale su vasta scala (►figura 37.11). In questo periodo aumentò la richiesta di fonti di energia per alimentare le macchine, all'inizio soprattutto legno e carbone, poi oli combustibili e, recentemente, anche energia idroelettrica e nucleare. L'invenzione del trattore e di altre macchine agricole ridusse il fabbisogno di manodopera, inducendo molte persone a migrare verso le città in cerca di lavoro. Grazie a una maggiore produzione di alimenti e ai progressi della medicina che ridusse il numero di morti per malattia, la popolazione umana crebbe rapidamente in tutto il mondo.



Figura 37.11
Negli ultimi 200 anni la tecnologia ha cambiato radicalmente la vita di *Homo sapiens* e il suo impatto sulla biosfera.

Nel corso della sua storia l'uomo è andato incontro a notevoli cambiamenti culturali, passando da uno stile di vita di tipo saprofago-raccogliatore-cacciatore a un modello sociale altamente «tecnologico»; tuttavia, tali drastici mutamenti culturali non sono stati accompagnati da cambiamenti biologici significativi: probabilmente noi non siamo più intelligenti dei nostri antenati che vivevano nelle caverne. Lo stesso costruttore di utensili che scheggiava le pietre ora sa fabbricare microchip per computer; le competenze per costruire computer e navicelle spaziali non sono immagazzinate nei nostri geni, ma si trasmettono attraverso i genitori, gli insegnanti e i libri.

Oggi siamo i più numerosi e diffusi tra i grandi animali e, ovunque provochiamo rilevanti cambiamenti ambientali. Rispetto al passato, la velocità con cui avvengono questi mutamenti si è modificata, poiché l'evoluzione culturale avviene a un ritmo molto più serrato di quello necessario all'evoluzione biologica. Stiamo cambiando il mondo così rapidamente che molte altre specie non riescono ad adattarsi e, in realtà, rischiamo di essere pericolosi anche per la nostra stessa esistenza.

? In che modo la tecnologia ha contribuito alla crescita demografica della popolazione umana?



Una panoramica sui primati

■ I **primati** si sono evoluti a partire da piccoli mammiferi arborei intorno a 65 milioni di anni fa. I loro caratteri peculiari sono le articolazioni flessibili degli arti, le mani e i piedi prensili con dita ben separate, il naso corto e gli occhi rivolti in avanti, che aumentano la percezione della profondità di campo. I tre gruppi maggiori di primati viventi sono: i lori, i potti e i lemuri; i tarsi; e gli **antropoidi** (scimmie e ominoidi).

■ Gli **ominoidi** comprendono le scimmie antropomorfe (cioè gibboni, oranghi, gorilla, scimpanzé e bonobo) e l'uomo. Essi hanno cervelli più grandi degli altri primati e sono privi di coda. Gli uomini condividono il 99% del loro patrimonio genetico con lo scimpanzé, il nostro parente più stretto vivente.

L'evoluzione degli ominidi

■ Gli **ominidi**, che comprendono le specie poste sulla linea filetica dell'uomo, probabilmente si sono divisi da un comune antenato con gli scimpanzé tra 5 e 7 milioni di anni fa. Le pietre miliari dell'evoluzione degli ominidi sono il bipedismo, un cervello più sviluppato e le cure parentali prolungate.

■ Caratteri peculiari degli ominidi sono il pensiero simbolico, il linguaggio,

l'uso di utensili complessi e il legame di coppia duraturo. Gli ominidi più antichi noti risalgono a 7 milioni di anni fa.

■ Varie specie di ominidi chiamate nel complesso **australopitechi** vissero tra 4 e 2 milioni di anni fa. *Homo sapiens* è l'unico ominide attualmente vivente; gli altri sono tutti estinti. Il **bipedismo** era già evidente nei primi ominidi ed è stato precedente all'evoluzione di un cervello voluminoso.

■ Il genere *Homo* comprende ominidi con cervelli più sviluppati e capaci di usare utensili. *H. ergaster* aveva cervello più grande di *H. habilis* e dimorfismo sessuale ridotto, indice di un legame di coppia duraturo e forse di cure parentali. *H. erectus* fu il primo ominide a migrare dall'Africa.

■ *Homo sapiens* si è evoluto in Africa e in seguito è migrato in Asia e quindi in Europa, dove probabilmente entrò in competizione con *H. neanderthalensis*. I neandertaliani precedettero i *sapiens* in Europa e si estinsero intorno a 30 000-40 000 anni fa, apparentemente senza contribuire al patrimonio genetico dell'uomo moderno.

■ Il colore molto variabile della pelle umana è il risultato della selezione naturale: un compromesso, nelle diverse condizioni ambientali, tra la pigmentazione scura che protegge dalle radiazioni ultraviolette che distruggono l'a-

cido folico, e la necessità dell'esposizione ai raggi solari per la sintesi della vitamina D.

■ Il **linguaggio** è un tratto umano esclusivo che ha permesso la nascita della cultura; l'abilità linguistica è stata messa in relazione alla versione umana del gene chiamato *FOXP2*.

L'evoluzione culturale

■ La **cultura** umana, cioè l'accumularsi delle conoscenze, delle credenze, degli usi e dei costumi, delle arti e della tecnologia si è evoluta enormemente nella storia dell'umanità. I primi uomini erano soprattutto saprofagi e raccoglitori, poi divennero cacciatori.

■ La nascita dell'agricoltura, stimata intorno a 10 000-15 000 anni fa, è stata accompagnata da insediamenti più stabili, da una maggiore disponibilità alimentare e dall'addomesticamento degli animali.

■ La Rivoluzione Industriale, iniziata nel diciottesimo secolo, ha innescato una produzione di beni industriali su vasta scala grazie all'uso di tecnologie sempre più sofisticate. La meccanizzazione dell'agricoltura e i progressi della medicina hanno sempre più accelerato la crescita demografica della popolazione umana e, con essa, il nostro impatto sull'ambiente.

