

Telmo Pievani

89

Homo sapiens e altre catastrofi

Per un'archeologia
della globalizzazione



MELTEMI LINEE

Ladri di Biblioteche



Telmo Pievani

Homo sapiens e altre catastrofi

Per un'archeologia della globalizzazione

Prefazione di Niles Eldredge

Nuova edizione rivista e aggiornata



MELTEMI

Meltemi editore

www.meltemieditore.it

redazione@meltemieditore.it

Collana: *Linee*, n. 21

Isbn: 9788883538520

© 2018 – MELTEMI PRESS SRL

Sede legale: via Ruggero Boscovich, 31 – 20124 Milano

Sede operativa: via Risorgimento, 33 – 20099 Sesto San Giovanni (MI)

Phone: +39 02 22471892 / 22472232

A Giulia, Luca e Leonardo,
i miei cuccioli *sapiens*

Memorie e passi d'altri ch'io calpesto,
su stanchezze di secoli
in alterna cadenza,
gioia che riannoda dolore che inchioda,
terre battute dai venti infoiati dai monti
sereno incanto splendente di sole e di bianco
dense sfumate nuvole di biondo
grigio verde di intenso blu,
colpo d'occhio rotondo. [...]
Chi e che sa di che siamo capaci tutti.
Vanificato è il limite, oramai.
Consorzio Suonatori Indipendenti,
da *In quiete*, 1994

Prefazione

Esplorando meraviglie

Il mondo oggi è un posto molto diverso da quello che era soltanto cinquant'anni fa. Intanto, i sette miliardi di esseri umani sul pianeta sono più del doppio di quanti non fossero nel 1950. L'era elettronica ha prodotto una rivoluzione nelle comunicazioni che ha accelerato il ritmo dello scambio economico internazionale, il quale ora supera il trilione di euro al giorno. Come Telmo Pievani dice nelle pagine di questo libro, questa marcia verso la globalizzazione iniziò, in realtà, centinaia di migliaia (se non addirittura milioni) di anni fa nella storia evolutiva della nostra discendenza.

Non ci sorprende che anche le nostre idee sul mondo – su come è strutturato, su come funziona e su come è arrivato a essere quello che vediamo oggi – siano notevolmente cambiate nell'ultimo mezzo secolo. *Attending Marvels*, il primo libro scritto dal noto paleontologo dell'American Museum of Natural History di New York, George Gaylord Simpson, è ampiamente dedicato alle storie di avventurose ricerche di fossili in Patagonia. Pubblicata nel 1934, la narrazione di Simpson inizia, drammaticamente, con colpi di fucile nella Plaza de Mayo di Buenos Aires, allo scoppio della rivoluzione del 1930. Simpson prese il titolo da una riga del romanzo *Moby Dick* di Melville e le meraviglie di

cui parla riguardano, principalmente, il clima, la topografia, la fauna, la geologia, i fossili e le popolazioni che egli incontrò nei suoi viaggi in Patagonia. Tra le righe, però, Simpson lascia intravedere alcuni accenni del suo pensiero evoluzionistico, per il quale diverrà famoso più tardi. Uno dei miei passaggi preferiti è la sua descrizione dei tinamo, i parenti minori degli struzzi americani e delle rea sudamericane, che sono ancora in grado di volare, per quanto raramente prendano il volo. Simpson ipotizzò che, con lo scorrere del tempo, i tinamo avrebbero senza dubbio perso la loro capacità di volare, come se, a tempo debito, la selezione naturale dovesse inevitabilmente completare il suo lavoro, raggiungendo lo stadio evolutivo delle parenti rea che non sono più in grado di volare.

Nel rendere partecipi i lettori di queste sue speculazioni teoriche sul futuro dei tinamo, Simpson evidenzia il vero nodo cruciale del pensiero tradizionale sull'evoluzione: un modo di pensare radicatosi sin da quando, con la sua opera *L'origine delle specie* (1859), Charles Darwin convinse il mondo intellettuale che tutta la vita si era evoluta da un comune antenato nel lontano passato geologico (ora conosciuto come risalente ad almeno tre miliardi e mezzo di anni fa). Secondo questa tradizione il cambiamento evolutivo è prevalentemente direzionale, lineare, progressivo e graduale, nonché virtualmente inevitabile dato il mero scorrere del tempo geologico, nel contesto degli egualmente ineluttabili e graduali mutamenti nell'ambiente fisico a cui gli organismi si

adattano. E sebbene fosse stato lo stesso Simpson a dichiarare, alcuni decenni più tardi, che l'evoluzione del cavallo era stata più "cespugliosa" (*bushy*) rispetto all'immagine strettamente lineare sviluppata dai suoi predecessori, nel complesso egli rimase fedele alla visione neodarwiniana tradizionale dell'evoluzione.

Come sono cambiate le cose nel corso degli anni! Naturalmente permangono controversie nell'ambito della biologia evoluzionistica ed esistono ancora sostenitori della vecchia visione di un'evoluzione graduale e lineare. Ma i dati della paleontologia, dell'ecologia e della sistematica, insieme agli sviluppi teorici che attengono alla speciazione, all'estinzione e alla struttura gerarchica dei sistemi biotici (per citarne solo tre), hanno creato niente di meno che una rivoluzione (senza fucili!) del modo in cui noi pensiamo alle "meraviglie" della storia dell'evoluzione. Noi oggi sappiamo che la maggior parte delle specie rimangono immutate (spesso per milioni di anni), senza mostrare nessuno dei cambiamenti evolutivi inevitabili che Simpson immaginò per i suoi tinamo. Vediamo oggi che la gran parte del cambiamento evolutivo è concentrato in eventi di speciazione e che tali eventi di speciazione sono di solito associati fra loro attraverso linee di discendenza non correlate, innescati da cambiamenti ambientali che portano molte delle specie preesistenti in un ecosistema regionale all'estinzione. Senza questi episodi di estinzione, ci sarebbe ben poca evoluzione. Il

cambiamento tende a essere repentino e avviene dopo lunghi periodi di quiescenza evolutiva.

Telmo Pievani, con grande capacità, collega questi e altri cambiamenti nella prospettiva evolutiva con la meravigliosa storia dell'evoluzione umana. Egli ci mostra come l'evoluzione della nostra stessa specie, *Homo sapiens*, e dei nostri più vicini antenati, abbia seguito le stesse "regole" evolutive e sviluppato i medesimi tipi di *pattern* evolutivi, allo stesso modo dei trilobiti e dei dinosauri del lontano passato geologico. Lo fa con estremo rigore intellettuale, ma senza quell'inutile gergo pedante così tipico dei testi scientifici formali.

Prendere atto che l'evoluzione non è un'ineluttabile ascesa verso la perfezione, ammettere che la contingenza gioca un ruolo cruciale nella vita quotidiana come nella storia evolutiva e vedere che la nostra evoluzione rispecchia quella di tutte le altre specie che sono vissute sul pianeta ha profonde implicazioni per capire chi siamo, come siamo arrivati fin qui e dove stiamo andando. È vero, la cultura influenza la nostra storia evolutiva da almeno due milioni e mezzo di anni. È vero anche che con l'invenzione dell'agricoltura, circa diecimila anni fa, *Homo sapiens* è stata la prima specie a lasciare i confini dell'ecosistema locale, rendendosi autosufficiente attraverso la produzione del cibo. Così liberata dalla produttività degli ecosistemi locali, la popolazione umana è cresciuta da sei milioni a sette

miliardi di unità in quei diecimila anni, distribuendosi su tutto il pianeta.

Ora noi vediamo però che, dopotutto, c'è un limite alla crescita, essendo noi diventati la prima specie economicamente integrata: il nostro raggio di azione si è espanso dall'ecosistema locale alla biosfera globale – ma noi siamo, alla fine, ancora parte del mondo dal quale proveniamo. La globalizzazione ha un prezzo molto alto: per l'ambiente, per le altre specie, per la nostra stessa diversità culturale. Abbiamo perso più di cinquecento lingue negli ultimi cento anni. E il terrorismo stesso può essere visto, a mio avviso, come una resistenza alla quasi inesorabile marcia verso la globalizzazione economica e alla sua conseguente minaccia di omogeneizzazione culturale. A nessuno piace, dopotutto, vedere le proprie tradizioni soppiantate dalle idee di altri su come vivere.

Ciononostante, nel contemplare il nostro passato, il nostro presente e il nostro potenziale futuro (o i nostri potenziali futuri), noi stiamo ancora “esplorando meraviglie”. Abbiamo nuovi strumenti per interpretare il nostro passato. Speriamo di avere la saggezza di valutare la nostra situazione attuale con ragionevolezza e di usare questi strumenti analitici per aiutare a costruire un futuro pacifico e produttivo per la nostra specie e per l'intero mondo in cui viviamo. Il libro di Telmo Pievani, mentre affrontiamo questi temi e riflettiamo su dove stiamo andando, ci offre molto “cibo per la mente”.

Niles Eldredge
American Museum of Natural History

New York, luglio 2002

Pionieri...

2 marzo 1972, 46 anni fa, seconda metà del XX secolo. Dalla base di lancio di Cape Canaveral si alza il razzo propulsore contenente la sonda spaziale Pioneer 10. La sua missione è quella di attraversare indenne la fascia degli asteroidi, raggiungere l'orbita di Giove e mandare informazioni riguardanti il complesso sistema gioviano. La navicella, che pesa poco più di due quintali e mezzo ed è equipaggiata con una tecnologia di rilevazione per noi oggi molto elementare, imbocca diligentemente la fionda gravitazionale che la lancia nello spazio interplanetario alla velocità di dodici chilometri al secondo. Come il disco scagliato lontano da un atleta olimpionico, dopo alcuni vigorosi volteggi Pioneer si getta nel vuoto spinta dalle forze centrifughe. Questa piccola creatura curiosa espulsa da un pianeta periferico inizia la sua esplorazione e raggiunge l'obiettivo ventuno mesi dopo, inviando regolarmente i dati telemetrici richiesti.

A questo punto i costruttori del Pioneer si aspettano come da programma di perderne progressivamente le tracce, mentre il corpo esausto della navicella si spinge verso i pianeti esterni del sistema solare. Ma le potenzialità e la durata della pila radioattiva al plutonio installata sul Pioneer sono state sottovalutate. Gli undici strumenti di bordo si spengono uno dopo l'altro, mentre

il tubo di Geiger alimentato dal plutonio continua a funzionare per mesi, per anni ancora, rispondendo puntualmente alle richieste di informazioni inviate da Terra. Pioneer 10, ulteriormente accelerata dalla fionda gravitazionale generata dal gigante gioviano, si avvicina prima a Saturno, poi a Urano, supera le insidie dello spazio esterno, resiste a radiazioni, urti fotonici, perturbazioni gravitazionali, viene deviata da un oggetto non identificato all'altezza dell'orbita di Nettuno e finalmente, nel 1983, raggiunge l'orbita di Plutone, il pianeta più esterno del sistema: ultima stazione conosciuta. Gli scienziati nel frattempo continuano a raccogliere e a schedare le preziose informazioni inviate dalla sonda, che incredibilmente continua a rispondere alle chiamate fino all'agosto del 2000, quando anche i più ottimisti fra i suoi sostenitori della Nasa, dopo aver perso nel frattempo il contatto anche con la sorellina minore Pioneer 11, abbandonano l'impresa.

Il congedo dall'efficiente e tenace pioniera era già stato celebrato e dimenticato, quando in una stazione radioastronomica di Madrid, il 29 marzo 2001, dal nulla il cuore meccanico di Pioneer 10 rispose nuovamente alla chiamata. Come una figlia prediletta di cui si erano perse le tracce, la navicella inviò la sua voce sottile fino a noi, dopo trent'anni dal lancio, gettando in un commosso stupore i suoi padri invecchiati al Jet Propulsion Laboratory di Pasadena. Le informazioni contenute nei deboli bip inviati a casa erano molto

frammentarie e difficilmente decifrabili, ma ciò che contava era che l'infaticabile Pioneer 10 rappresentava al momento l'unico prodotto umano lanciato all'esterno del sistema solare con il quale fossimo in contatto.

Oggi la sonda ha superato l'orbita di Plutone da trentacinque anni, viaggiando costantemente a 43200 chilometri all'ora in direzione della stella Aldebaran, costellazione del Toro. Si trova dunque a più di sette miliardi di chilometri dall'ultimo pianeta del sistema e si dirige verso la linea invisibile dell'eliopausa, il confine oltre il quale non agisce più l'attrazione del Sole. I messaggi, alla velocità della luce, le arrivano in ventidue ore circa e ne occorrono altrettante per ricevere la sua flebile risposta. Attualmente si trova immersa in qualcosa di molto simile al nulla. Attorno a lei la materia ha una densità mille miliardi di volte inferiore alla più bassa che si possa ricreare in un laboratorio terrestre. Le minacce più gravi alla sua integrità fisica sono superate e nel gelido vuoto spinto in cui si trova potrebbe viaggiare teoricamente all'infinito.

Pioneer 10 non ci appartiene più. Questo glorioso ammasso di anticaglie aerospaziali americane giungerà alle porte di Aldebaran fra due milioni di anni. I segnali svaniranno ben presto e non potremo più seguirne la traiettoria. La creatura è uscita dal nostro sistema planetario e si dirige verso altri domini della galassia. La sua casa sarà per sempre quello che gli scienziati chiamano "spazio profondo interstellare" e non dovrà obbedire più alle leggi di gravitazione imposte dal Sole.

Con un po' di fortuna, vivrà più a lungo di sua madre, la Terra, e sopravvivrà all'oblio delle migliaia di generazioni di fisici e ingegneri che si succederanno nei laboratori terrestri.

Fra cinque miliardi di anni circa, quando la nostra stella, divenuta una gigante rossa, sarà alla fine della sua parabola cosmica e collassando divorerà tutto il sistema solare compreso il suo terzo pianeta, Pioneer 10 sarà al sicuro da molto tempo e veleggerà solitaria a quasi settanta anni luce dalla sua base di lancio. Nessuno può prevedere se un giorno, in un tempo così lontano da essere inimmaginabile, un essere appartenente ad altre civiltà avvisterà lo strano oggetto di fattura terrestre o ne raccoglierà i rottami sulla spiaggia di un altro mondo. In tal caso, troverà una piccola placca d'oro sulla quale gli scienziati hanno inciso le figure di una donna e di un uomo, alcune unità di misura fisiche fondamentali e una mappa per trovare la Terra. Non troverà la scansione del genoma umano, perché gli scienziati terrestri hanno cominciato a identificarla soltanto trent'anni dopo la partenza della sonda. Ma qualcuno, mappa alla mano, potrebbe comunque venire a cercarci. O meglio, a cercare ciò che resterà di noi...

La sonda programmata per fermarsi su Giove e spegnersi poco più in là volge ora le spalle, da siderale distanza, al pianeta che l'ha generata e alla specie biologica che l'ha concepita. Pioneer è figlia dell'ingegno di un primate astuto e curioso, emerso in

qualche modo da una folta schiera di cugini e di rivali. È figlia di una mirabile sequenza di eventi coincidenti, di premesse fortunate senza le quali non esisteremmo. Pioneer è figlia della misteriosa alchimia che ha innescato il processo della vita. È figlia dei batteri che hanno trasformato un veleno, l'ossigeno, in una risorsa. È figlia di Pikaia, il piccolo proto-cordato pluricellulare del Cambriano da cui forse ha tratto origine la famiglia dei vertebrati e sulla cui sopravvivenza nessuno avrebbe scommesso un soldo. È figlia del dedalo di sentieri contingenti attraverso i quali gli antenati dei rettili hanno conquistato la terraferma. È figlia dell'estinzione, non propriamente prevedibile, di tutti i dinosauri di terra e di mare e della conseguente esplosione di creatività evolutiva nei piccoli roditori notturni che avevano, certo, l'onore di rappresentare la nostra famiglia di animali con pelliccia e sangue caldo, ma si erano fino ad allora accontentati di conservare una modesta nicchia periferica della natura.

Pioneer 10 è dunque l'esploratore futuro del nostro spazio profondo e del nostro tempo profondo. Nel momento esatto in cui uscirà dal bacino di attrazione del Sole saranno passati 126.000 anni da ora. La Terra, questo stupefacente esperimento di proliferazione e sopravvivenza della vita, sarà un puntino lontano nel firmamento. Quando verrà quel giorno, la specie umana avrà compiuto un altro giro di boa. Noi sappiamo infatti che Homo sapiens ha compiuto da qualche millennio i suoi primi 200.000 anni. Sembrano molti, ma rispetto ai

tempi cosmici ai quali appartiene ora la Pioneer siamo una specie giovane, un virgulto ancora tenero su un ramo laterale dell'albero della natura. Tuttavia, qualcosa ci accomuna. La nostra raminga navicella interstellare è soltanto l'ultima espressione, l'ultima icona del nostro destino biologico ed evolutivo. È un portafortuna. È la sintesi della nostra cifra evuzionistica più recondita: l'istinto a esplorare ostinatamente l'ignoto.

La storia di come un mammifero di grossa taglia strettamente imparentato con gli scimpanzé si sia staccato dalla sua famiglia di ominidi e abbia colonizzato l'intero pianeta, spingendosi fino ai confini del sistema solare con le sue sonde, è difficile da raccontare. Le prove documentarie sono ancora allo stato di indizi. Eppure, da tanti indizi un'immagine sfuocata comincia a emergere. Ed è un'immagine molto diversa da quella che avevamo sperato, immaginato e sognato guidati dall'ambizione di essere una specie in qualche modo privilegiata. La storia della coevoluzione fra le specie umane e i loro ambienti terrestri è un racconto ricco di particolari inediti che soltanto da pochi anni scienziati appartenenti a campi disciplinari differenti stanno raccogliendo. È una storia di esploratori, di colonizzatori, di migranti e di inventori. Una storia di cooperazione e di competizione che in molte occasioni avrebbe potuto benissimo prendere tutt'altra direzione. Assomiglia sempre meno a una trionfale marcia di progresso, a una scala lineare di

adattamenti e di perfezionamenti dettati dalle leggi inflessibili dell'efficienza. L'occhio dell'evoluzione umana ha semmai lo sguardo ironico e divertito di un demiurgo che gioca con le sue creature imperfette, incrociando destini imprevedibili e deviando il corso degli eventi verso altri mondi possibili.

Quando Pioneer 10 volgerà verso la Terra il suo ultimo saluto dai confini dell'attrazione solare, Homo sapiens avrà attraversato un altro centinaio di millenni e avrà giocato, più o meno bene, con le conseguenze delle sue tecnologie, delle sue armi di distruzione di massa nonché della sua tenace indifferenza verso le sorti della biosfera e verso le profonde disuguaglianze che separano i popoli. Avrà giocato liberamente con il proprio destino. Una visione semplificata della storia profonda di Homo sapiens rischierà allora di generare qualche illusione pericolosa riguardo alla relazione fra la nostra specie e questo pianeta che pazientemente ci ospita e ci tollera.

La scienza, avventura squisitamente umana inventata dai sapiens, si alimenta anche di miti, di abitudini mentali e di tenaci speranze. Qui metteremo in discussione alcune metafore di successo e lo faremo ricorrendo ad altre metafore, che forse un giorno contribuiranno alla nascita di nuove visioni sull'evoluzione umana, un po' più aderenti alla realtà. Andremo alla scoperta della complessità del popolamento umano sulla Terra. Il nostro mestiere sarà quello degli epistemologi, studiare la conoscenza e le

modalità attraverso le quali essa si trasforma. La storia di come alcuni Homo sapiens siano riusciti in pochi anni, non senza talune resistenze, a smantellare il paradigma dominante circa le loro origini è l'argomento di questo libro.

Introduzione

Archeologia della globalizzazione (in onore del calamaro gigante)

La nostra carriera di esploratori dello spazio terrestre è agli sgoccioli. Abbiamo visitato tutti i continenti, con i loro deserti e le loro giungle. Abbiamo calpestato i passi dei nativi, degli indigeni, degli aborigeni. Abbiamo calato minuscole telecamere in fondo agli oceani e spiato le mostruose creature che ne abitano gli abissi. Abbiamo scavato sotto i ghiacci dei poli, scoprendo acque e terre incontaminate. Abbiamo scalato tutte le montagne, valicato i passi più impervi, attraversato le vallate più nascoste. Abbiamo navigato i fiumi equatoriali fino al cuore delle foreste pluviali, fotografando paesaggi paradisiaci e insieme i nudi, inermi, stupiti cacciatori raccoglitori che vi abitano. Siamo approdati su tutti gli atolli del Pacifico. Abbiamo lanciato decine di satelliti attorno alla Terra che osservano, tracciano mappe, calcolano profondità e distanze, seguono gli uragani, controllano il ritiro dei ghiacciai e l'avanzamento dei deserti, ci avvertono della presenza di sostanze inquinanti, distribuiscono i segnali telefonici e televisivi lungo una ragnatela mediatica che copre ormai ogni angolo della superficie terrestre.

Lo spazio profondo del pianeta si è ristretto, prosciugato dalla nostra curiosità. Abbiamo scoperto che

ci sono esseri umani dappertutto. È sempre più difficile immaginare luoghi “puri”, incontaminati, immuni dalla presenza umana, totalmente vergini. Eppure conosciamo ancora ben poco della reale biodiversità prodotta dalla Terra e solo un quinto di tutte le specie viventi è stato classificato: segno che l’esplorazione estrema non è sempre coincisa con il desiderio di conoscenza. Spesso abbiamo devastato gli ambienti che andavamo esplorando ben prima di conoscerne gli abitanti animali e vegetali. Negli anni cinquanta del secolo scorso si scoprì che il celacanto, un grosso pesce preistorico vissuto nel Giurassico a fianco dei dinosauri e ritenuto estinto da 70 milioni di anni, viveva ancora indisturbato nelle profondità oscure dell’oceano Indiano. Oggi sappiamo che esistono organismi batterici in grado di sopravvivere in condizioni estreme, a temperature e densità altissime, in mezzo al sale, al metano, allo zolfo.

In un’umida mattinata di gennaio, mentre facevo ricerche presso l’American Museum of Natural History di New York per preparare questo lavoro, comparve nel corridoio del Dipartimento degli Invertebrati, al quinto piano, una grande cassa di acciaio, lunga almeno quattro metri. L’avevano portata la sera prima. Sulla superficie c’erano i segni di un lungo ed estenuante viaggio intorno al mondo. In effetti, scoprii in seguito che arrivava dalla Nuova Zelanda. Su un lato c’era una piccola scritta, sbiadita, provvisoria, che mi fece sobbalzare: “Giant Squid”, il mitico mostro tentacolare lungo più di sei metri che secondo i racconti marinari si aggrappava alle

chiglie delle navi terrorizzando gli equipaggi. Lì dentro, immerso nella formalina, c'era un esemplare di calamaro gigante completo recuperato nell'oceano Pacifico con tutti i suoi tentacoli. Non potei vederlo, ma mi bastò pensare che anche il venerabile e leggendario Giant Squid, sottrattosi per secoli alle insidie dei capodogli e dei pescatori, dato per inesistente o estinto infinite volte, era finalmente caduto nelle maglie della curiosità umana: era immortalato lì, pronto per essere studiato, sezionato e poi messo in mostra nelle bellissime sale del museo di New York. In barba agli annoiati convinti che tutto sia già stato scoperto in natura, un altro pezzo del nostro spazio profondo e ignoto era stato conquistato.

La resa del misterioso calamaro gigante lascia però anche un po' di tristezza. Il pensiero di quante altre specie inimmaginabili attendano di essere scoperte in un angolo di giungla o in una fossa oceanica è una magra consolazione. C'è ancora molto da scoprire, ma le nuove tecnologie di indagine ci avvicineranno al limite della conoscenza completa degli spazi terrestri e della biodiversità che essi contengono. Tuttavia, lo spazio profondo non è la sola dimensione pertinente per comprendere la planetarizzazione. Esiste una seconda dimensione che siamo portati a dimenticare o sottovalutare: il tempo profondo della globalizzazione e dell'esplorazione planetaria. Forse per la giovane età delle discipline che lo studiano, forse per la difficoltà di ricostruire percorsi storici troppo lunghi, il tempo

profondo della globalizzazione non è un argomento frequente di dibattito. Ma è un errore.

Le piste interne del Sahara sono state per molti anni un luogo privilegiato degli esploratori più avventurosi. L'indicibile poesia del deserto ha incantato narratori e viaggiatori. Oggi, anche al di fuori dei flussi chiassosi di turisti intruppati, il deserto fa meno paura, non è più una frontiera estrema. Eppure, proprio la conoscenza dettagliata della sua storia e del suo popolamento ci ha fatto scoprire che il Sahara non è stato sempre un deserto e che per quelle piste sono transitate alcune delle migrazioni e delle civiltà più importanti per il popolamento della Terra. Il Sahara è diventato nel nostro immaginario lo scrigno di antichissime culture, un crocevia di popoli, di segreti e di tesori. Il fascino dello spazio profondo ha lasciato il posto al fascino del tempo profondo e alle sue solitudini.

La diffusione planetaria della nostra specie ha una lunga e interessante storia, finora trascurata. Quando i vichinghi, e forse altri prima di loro che non conosciamo, diedero inizio all'esplorazione non sistematica del continente americano, due direttrici del popolamento umano sulla Terra si incontrarono di nuovo dopo essersi separate 40.000 anni prima. Quando Colombo e i grandi navigatori europei aprirono la stagione delle esplorazioni alla fine del XV secolo, l'umanità scoprì di essere un fenomeno planetario, un cespuglio di rivoli migratori che aveva popolato capillarmente tutta la superficie del pianeta.

Ma la scoperta dello spazio profondo e la scoperta del tempo profondo rimasero separate per molto tempo ancora. Più di trecento anni dopo Colombo, quando i due maggiori teorici dell'evoluzione biologica e del meccanismo di selezione naturale, Charles Darwin e Alfred R. Wallace, viaggiarono intorno al mondo alla scoperta delle forme viventi, il fatto che la Terra fosse popolata ovunque di esseri umani era dato per scontato e non suscitava più alcuno stupore.

Nei libri di storia europei tradizionali, l'evento cruciale della planetarizzazione cinquecentesca coincide con una piccola "apertura" verso la storia dei popoli e delle civiltà extraeuropei, subito richiusa per dare spazio alle vicende eurocentriche iniziate alcuni millenni prima con le civiltà urbane mediorientali. Ma cosa c'era prima dell'inizio della storia "ufficiale"? Che storie c'erano prima della Storia con la maiuscola? Oggi abbiamo gli strumenti scientifici per abbozzare qualche risposta. Oggi possiamo ricostruire una storia della planetarizzazione così ampia e diversificata che le vicende europee appaiono molto più piccole e fittamente interconnesse con tutte le altre vicende planetarie in una rete di interdipendenze storiche.

Dietro quella storia c'era un tempo profondo che solo da poco abbiamo cominciato a studiare. L'arrivo di Colombo nelle Americhe è una soglia evolutiva che sancisce la ricomposizione e il rimescolamento (drammatico) di due rivoli della diffusione della nostra specie. Ma chissà quali altre connessioni fra civiltà, fra

popoli e fra culture si sono consumate a nostra insaputa su tutto il pianeta. I viaggi di esplorazione fotografarono cinque secoli fa un mosaico di colonizzazioni e di popolamenti antichissimi, le cui radici affondano in una storia di sentieri evolutivi intrecciati durata alcune decine di millenni.

Questo libro nasce dalla convinzione che non si può comprendere a pieno il significato dei processi di globalizzazione economica e culturale contemporanei senza una loro collocazione nel tempo profondo della planetarizzazione della specie umana. Essi sono infatti l'esito ultimo (e assai imprevedibile) di una lunga storia di migrazioni, di colonizzazioni, di derive e di ibridazioni. Questa "storia naturale della globalizzazione" comincia con la nascita, all'interno della famiglia delle scimmie antropomorfe o ominidi, di una serie di "ominini" con caratteristiche peculiari che si diversificano e occupano la zona orientale e meridionale del continente africano. Prosegue con la comparsa, all'interno del cespuglio lussureggiante dei nostri antenati, di una specie che esce dall'Africa e colonizza il Vecchio Mondo, seguita da una seconda uscita un milione di anni dopo e poi da una terza specie "esploratrice", chiamata *Homo sapiens*, che percorrerà nuovi tragitti e colonizzerà tutti i continenti. La storia continua con la diffusione ramificata delle popolazioni *sapiens* sulla Terra e con la loro coevoluzione con le nicchie ambientali eterogenee che incontreranno di volta in volta nei loro sentieri di scoperta. Più che una storia

eroica di conquiste, apparirà come un tessuto di fili sottilissimi e multicolori, come una trama di interdipendenze inaspettate, di relazioni sconosciute, di radici intrecciate. Sarà una storia incompiuta, come incompiuto è il destino della nostra specie.

L'esplorazione dello spazio profondo dell'umanità ha cinquecento anni e va esaurendosi. I popoli europei hanno fatto visita a popolazioni antichissime che non desideravano affatto essere "scoperte", portandole sovente all'estinzione. Ora proviamo il senso di desolazione di un condottiero che arriva di fronte al mare e si rende conto che al di là non c'è più nulla da conquistare e da esplorare. Possiamo giusto sperare in qualche spettacolare colpo di coda, in qualche mostro che spunti dagli abissi. Oppure possiamo attendere speranzosi lo sbarco su Marte e nel frattempo interrogare le sonde catapultate ai confini del sistema solare.

L'esplorazione del tempo profondo dell'umanità, invece, è appena cominciata e promette rivelazioni imbarazzanti. L'impresa richiede il contributo di discipline molto diverse che da pochi anni dialogano l'una con l'altra: la paleoantropologia, la paleoecologia, l'archeologia, la biologia molecolare, la linguistica comparata, l'antropologia culturale, la geografia umana. Gli esperti di queste discipline ci stanno rivelando che le vecchie e gloriose metafore del progresso lineare, delle "vie maestre" e delle "devianze", delle tendenze inesorabili e ottimali non reggono più alla sfida di comprendere realisticamente una storia intricata e ricca

di svolte, di riadattamenti imprevedibili, di biforcazioni contingenti e di eventi accidentali. Tutto ciò è fondamentale per pensare in modo radicalmente nuovo, in modo evolutivo, la globalizzazione, cioè l'esito provvisorio di una lunga storia naturale di ramificazioni e di sovrapposizioni culturali, ecologiche e biologiche che possiamo leggere nel paesaggio geografico planetario.

Siamo cittadini di un pianeta che ci ha generato in modo contingente e che abbiamo trasformato irreversibilmente, mettendo a dura prova le sue capacità di resistenza ma non la sua sopravvivenza. La biosfera, ristrutturandosi come ha sempre fatto nei tre miliardi e mezzo di anni di esistenza che hanno preceduto il nostro arrivo, supererà brillantemente tutte le perturbazioni che le perversioni umane potranno immaginare. Tutto sta nel capire se la prossima transizione evolutiva prevedrà o meno l'esistenza di un mammifero di grossa taglia, appartenente all'ordine dei primati, distribuito su tutto il pianeta. La questione ambientale, nell'ottica del tempo profondo della globalizzazione, diventa allora una questione di autocoscienza da parte di una singola specie biologica: riuscirà *Homo sapiens*, figlio fortunato di una stupefacente sequenza di biforcazioni contingenti, a resistere alla tentazione di suicidarsi? Quando diverrà evidente la necessità di creare una coscienza di specie e una cittadinanza planetaria per tutti gli esseri umani senza distinzioni, sarà già troppo tardi?

Un mondo diverso è possibile soltanto se comprendiamo che già la storia di questo mondo è molto diversa da ciò che abbiamo pensato che fosse. Sfortunatamente, i principi che sorreggono le analisi più diffuse della planetarizzazione sono ancora imperniati su un modo di concepire e di studiare il cambiamento che è pigramente riduzionista. Quante volte abbiamo dato definizioni delle civiltà e delle culture umane in modo statico, essenzialista, stereotipato, senza avere il coraggio di indagarne le sfumature storiche, le interconnessioni, le reciproche zone d'ombra. Quante volte abbiamo sentito pronunciare il termine “globalizzazione” accompagnato dall’aggettivo “inevitabile”. Per consolarci, ripetiamo a noi stessi che non si può tornare indietro e che non ci sono alternative.

Questo lavoro nasce dalla presunzione che invece si debba tornare indietro, molto indietro, e che le alternative ci siano eccome. Noi *Homo sapiens* non saremmo qui se non avessimo imparato a trovare alternative che a prima vista non sembravano esistere. La specie umana ha bisogno di ritrovare una prospettiva evolucionistica profonda, uno sfondamento all’indietro che cambi radicalmente la percezione del futuro mettendo seriamente in discussione alcuni presupposti antropocentrici e progressionisti sopravvissuti alla rivoluzione darwiniana. Il passato non è stato affatto inevitabile, quindi non lo saranno nemmeno il presente e il futuro. Non esiste un “modello adulto di civiltà” che gradatamente illumina l’umanità derelitta e bambina, ma

una trama avvincente e sconosciuta di civiltà interconnesse. La specie umana è un'evenienza recente, fragile e sublime: un glorioso accidente della storia. Come tutte le società e le culture che ha prodotto, essa è incompiuta e interdipendente: non può fare a meno di consegnarsi a un futuro incerto e di dipendere da una rete di relazioni culturali e biologiche che va oltre l'orizzonte delle sue conoscenze.

La specie esploratrice ha raggiunto gli anfratti più nascosti del suo spazio ecologico profondo. Ora è tempo di metter mano al tempo. In onore di Pioneer 10 e del calamaro gigante, i veri eroi di questa storia.

Capitolo primo

Qualcosa non torna...

alcuni ominini sfuggono alla gabbia del
progresso

Per l'intera durata dell'evoluzione umana, per quanto ne sappiamo, non esiste più di una specie ominide in corrispondenza di ciascun livello di tempo.

Theodosius Dobzhansky, 1962

L'evoluzione umana è una gran bella storia, bella come una di quelle canzoni popolari che si cantavano una volta davanti al fuoco. Di solito, la favola comincia con un eroe un po' indolente. Le sue origini oscure affondano nella notte dei tempi. Inizialmente, l'universo attorno a lui è ospitale, calmo, fiorente. Regnano la stabilità e l'abbondanza. Ma è solo un'illusione temporanea, è la quiete prima della tempesta. Lo attendono ben presto prove esorbitanti e avventure mozzafiato. Comincia a soffiare un vento sinistro. Minacciose forze esterne stravolgono il suo mondo, disseminano il suo sentiero di trappole e di insidie, lo obbligano ad abbandonare la terra originaria. Tutto diventa difficile, scivoloso, incerto. Il nostro eroe è messo duramente alla prova, è sconcertato, vacilla. Lo vediamo sul punto di cedere, di arrendersi alle avversità, di estinguersi senza lasciare traccia. Il clima avverso, i predatori, le malattie, l'ambiente ostile: tutto congiura contro di lui.

Ma non è detta l'ultima parola. Il destino lo ha scelto e lo illumina con i suoi doni. L'eroe non soccombe, resiste, reagisce, vince le sue battaglie, supera le sfide e ottiene in cambio la possibilità di evolvere, di migliorarsi progressivamente. Di tappa in tappa, di sfida in sfida, l'eroe si trasforma e cambia pelle, accumulando la dote favolosa di un destino privilegiato, una serie di adattamenti formidabili: il bipedismo, l'utilizzo di strumenti, l'intelligenza, il linguaggio, l'arte, la scienza. Il potenziale che da sempre era inscritto nella sua sorte evolucionistica si dischiude passo dopo passo. Certo, non mancano le difficoltà e le insidie, ma dobbiamo avere fiducia nel nostro eroe, perché lui è stato scelto fin dall'inizio, lui è il predestinato. Alla fine trionferà.

La paleoantropologia, la scienza che indaga l'evoluzione della specie umana, deve molto a questa narrazione edificante, a questo mito fondatore. La battaglia dell'umanità per l'emancipazione dalla condizione bruta verrà spesso narrata come un'epopea di progresso che strappa, lentamente ma inesorabilmente, l'uomo alla sua dimensione naturale, ma indegna, di mammifero. L'eroe solitario resiste alle prove somministrategli dalla selezione naturale e gradualmente si trasfigura nell'uomo moderno portatore della civiltà e della ragione. Si tratti di una documentata ricostruzione di siti fossili o di una presentazione divulgativa, la struttura narrativa non cambierà per tutto il Novecento e non mancherà mai di

essere accompagnata dall'iconografia tradizionale che riempirà tutti i manuali e i documentari televisivi da allora: la celebre sequenza di ominidi in marcia verso un futuro radioso. All'estrema sinistra uno scimmione goffo e ricurvo inciampa stupidamente nei suoi passi, trasformandosi in una scimmia bipede un po' meno pelosa e poi in una specie di omaccione massiccio ma quasi umano. All'estrema destra la sequenza culmina d'incanto in un perfetto esemplare di maschio bianco europeo nel fiore della virilità, con tutti i capelli al loro posto e girovita perfetto.

Il paleontologo Stephen J. Gould definì questo modo di raccontare e di rappresentare la nostra storia come una grande "iconografia della speranza": la speranza che l'evoluzione abbia un senso, che l'uomo sia il fine ultimo di questa storia magnifica di progresso, che le cose dovessero andare per forza in questo modo. In termini letterari, dobbiamo l'analisi della trama narrativa dei principali testi di paleoantropologia del Novecento all'opera di una valente biologa statunitense, Misia Landau, che nel 1991 pubblicò un volume prezioso, dal titolo Narratives of Human Evolution, nel quale interpretava i racconti di archeologi e paleoantropologi secondo i principi del formalismo russo di Vladimir Propp. Il dato sorprendente fu che la quasi totalità dei testi analizzati rispondeva fedelmente al plot narrativo della favola eroica: un eroe solitario, la rottura dell'equilibrio, una serie di prove, il rischio del fallimento, la sfida finale, il trionfo e la

ricomposizione nel lieto fine. Un medesimo intreccio di base, descritto da Propp per l'epopea e per il mito eroico, accomunava le opere fondamentali dei fondatori della paleoantropologia, da Henry Fairfield Osborne ad Arthur Keith, da Grafton Elliot Smith a Wood Jones. I dati paleontologici avevano già da tempo cominciato a disubbidire a questo modello, ma il filtro del desiderio e della favola era troppo influente.

Non che la paleoantropologia tout court fosse assimilabile a un genere letterario, ma è indubbio che essa sia stata, e sia ancora, una formidabile fabbrica di racconti. Le metafore, messaggere silenziose dei presupposti impliciti che sottendono le teorie scientifiche, vi hanno talvolta giocato un ruolo preponderante. Ciò che più conta è il lieto fine: che vinca il più forte, il più adatto, il predestinato, una volta per tutte e in modo ineluttabile. Matt Cartmill, antropologo americano, scrisse non molto tempo fa: "L'uomo darwiniano è il signore della Terra, non per mandato divino o per romantica affinità con il mondo dello spirito, ma per la stessa buona e legittima ragione per la quale la Gran Bretagna ha governato sull'Africa e sull'India". Una metafora perfetta, direi.

La gabbia epistemologica del progresso

Con molta ritrosia, nel 1871 la teoria dell'evoluzione per selezione naturale, a dodici anni dalla sua formulazione pubblica, fu applicata da Charles Darwin all'evoluzione umana, introducendo una rivoluzione

paradigmatica senza precedenti nelle scienze umane. Come aveva notato Thomas Henry Huxley nel 1863 durante una delle sue aspre e argute polemiche con il vescovo Samuel Wilberforce, la specie eletta, il “tipo” ideale, l’apice della creazione divina, l’essere concepito a immagine e somiglianza della divinità scendeva nell’arena della lotta per la sopravvivenza, tornava a essere una creatura biologica soggetta alle medesime leggi che regolano la vita di tutti gli altri organismi viventi.

L’impianto centrale della teoria darwiniana scardinava alla base la visione creazionista ed essenzialista della natura e si riassumeva in questi termini: 1) l’evoluzione procede a partire da organismi singolarmente diversi l’uno dall’altro all’interno delle specie (intese non più come “essenze” atemporali inscritte dal Creatore nella natura, ma come popolazioni di individui unici); 2) queste singolarità individuali possono essere in qualche modo trasmesse alla discendenza (Darwin osserva il fatto dell’ereditarietà senza conoscere la genetica, che si svilupperà ai primi del Novecento); 3) l’insufficienza delle risorse impedisce che tutti gli organismi sopravvivano a ogni generazione e scatena la lotta per la sopravvivenza (cioè l’insieme di relazioni, competitive o collaborative, tra gli organismi, le specie e gli ecosistemi); 4) l’esito di queste relazioni (da cui nascerà la parola “ecologia”) è che gli organismi che presentano variazioni favorevoli alla sopravvivenza raggiungeranno più facilmente l’età riproduttiva, mentre i portatori di

mutazioni svantaggiose rispetto all'ambiente lasceranno meno discendenza; 5) i mutanti fortunati proliferano e trasmettono alla progenie le loro caratteristiche, che nel succedersi di numerose generazioni si fissano nella discendenza e si diffondono a tutta la specie. Il risultato di questo meccanismo trasformativo è che la selezione naturale (cioè la sopravvivenza differenziale dei portatori di mutazioni vantaggiose in un dato contesto) filtra gradualmente gli organismi più adatti e permette alla specie di trasformarsi in funzione delle modificazioni dell'ambiente oppure di diversificarsi in due o più specie figlie.

La ramificazione graduale fa sì che la ricostruzione della storia naturale di ogni singola specie vivente sulla Terra sia rappresentata in Darwin da un albero genealogico di discendenza con modificazioni, l'albero della vita. Alcune specie si estingueranno, quando non saranno più in grado di adeguarsi ai cambiamenti ambientali, ma in generale nell'albero della vita la diversità tenderà a crescere progressivamente, dando origine a forme sempre più adattate e diversificate che satureranno lo spazio ecologico disponibile. Ogni famiglia di specie avrà dunque un antenato comune e tutte le famiglie di esseri viventi, andando a ritroso nel tempo, avranno avuto un solo e antichissimo antenato comune.

La conclusione di Darwin a proposito della discendenza dell'umanità fu una semplice deduzione a partire da questo modello teorico e dalla valutazione

delle analogie strutturali fra l'uomo e gli altri mammiferi, poiché non era in possesso di alcuna prova fossile diretta (il primo ritrovamento di un antenato umano era stato fatto nel 1856 vicino a Düsseldorf, ma non era stato ancora ben comunicato in lingua inglese): i parenti più prossimi della specie umana, cioè le grandi scimmie antropomorfe africane come scimpanzé e gorilla (oggi racchiusi nella famiglia degli "ominidi"), dovevano aver avuto un antenato in comune nel più grande ordine dei primati (cioè i mammiferi con un cervello relativamente grande rispetto alle dimensioni del corpo, il muso schiacciato, le orbite degli occhi frontali e le dita degli arti molto mobili, piatte e senza artigli). È bene notare che la condivisione di un antenato non significa per Darwin che siamo "figli" delle attuali scimmie antropomorfe, ma che entrambi discendiamo da una forma ancestrale di primate. Siamo cioè cugini primi degli scimpanzé contemporanei, cugini in seconda dei gorilla, cugini di terzo grado degli oranghi e così via.

Benché Darwin non avesse mai utilizzato il termine "anello mancante", l'idea di una discendenza dalle scimmie antropomorfe alimentò fin da subito la ricerca dei gradi intermedi che potessero collegare le scimmie all'uomo. Se era vero, come aveva scritto Darwin, che l'evoluzione procede per piccoli passi impercettibili, nella documentazione paleontologica si sarebbe dovuta rinvenire una sequenza completa di forme intermedie che colmasse il divario fra gli scimpanzé e l'umanità. Il primo a esplicitare questo ragionamento un po'

fuorviante fu, nel 1868, il biologo darwiniano tedesco Ernst Haeckel, il quale ipotizzò che fra l'uomo e la scimmia esistesse un anello mancante denominato *Pithecanthropus alalus*, letteralmente “uomo scimmia senza linguaggio”. Haeckel tracciò molti alberi di discendenza delle specie animali e vegetali, esteticamente belli e raffigurati ancora oggi in molte pubblicazioni evoluzionistiche, da lui definiti “alberi filogenetici”. Nell'albero dei primati indicò una discendenza diretta del suo pitecantropo dal ramo delle scimmie asiatiche (poi rivelatasi errata).

È interessante notare che neppure Haeckel aveva la minima idea delle caratteristiche da attribuire al suo anello mancante, poiché la ricostruzione era meramente teorica. Non c'erano fossili da analizzare e da interpretare: l'anello mancante era un'ipotesi a priori, era un'ingiunzione paradigmatica, una previsione fondata su una metafora forte dell'evoluzione intesa come un progresso graduale da forme elementari a forme complesse. È come se subito dopo la pubblicazione dell'opera di Darwin fosse entrata in azione una modalità influente di vedere il cambiamento come una progressione lineare.

In effetti, dopo alcuni anni, un epigono di Haeckel, affascinato dalla previsione circa l'esistenza di questo mitico anello mancante fra l'animalità e l'umanità, decise di andare a cercarlo realmente. Il cacciatore di pitecantropi si chiamava Eugène Dubois, un medico olandese convinto che l'anello mancante fosse da

rintracciare ai tropici, in particolare nelle Indie orientali. Nel 1891, dopo alcuni anni di faticose ricerche, la tenacia di Dubois riuscì in effetti ad avere la meglio. Sulle sponde del fiume Solo, nell'isola di Giava, trovò i resti di un antenato umano primitivo: un cranio di dimensioni intermedie rispetto a scimmia e uomo, con un dente e un femore dall'aspetto quasi moderno. Era l'incarnazione dell'anello mancante tanto agognato, era la via di mezzo dell'umanità, battezzata *Pithecanthropus erectus*. Era il fossile perfetto, al posto giusto al momento giusto.

Anche se in un primo tempo, nonostante l'entusiasmo di Haeckel, l'accoglienza del primo ritrovamento di pitecantropo fu molto fredda, nel 1899 l'anatomista tedesco Gustav Schwalbe pubblicò una monografia sul reperto nella quale ipotizzava che l'evoluzione umana si fosse svolta seguendo quattro tappe fondamentali di progresso: un antenato primitivo simile alle scimmie antropomorfe attuali, da scoprire; il pitecantropo di Dubois; l'uomo di Neanderthal rinvenuto nel 1856; e infine la nostra specie, definita pomposamente *Homo sapiens* da Linneo nel suo *Systema naturae* del 1758 (per distinguerla dalle forme di *Homo monstruosus* o *Homo troglodytes* che avrebbero dovuto popolare gli antipodi e altre regioni misteriose). I pochi ritrovamenti disponibili all'epoca furono inseriti da Schwalbe in una sequenza lineare di anelli mancanti, una gabbia intellettuale che segnerà con la sua semplicità riduttiva la storia della paleoantropologia per tutto il Novecento.

Nel 1924 la progressione di Schwalbe affondò le sue radici nel passato profondo della storia umana, inglobando una nuova forma molto antica scoperta dall'anatomista inglese Raymond Dart in Sudafrica, nel sito di Taung. Il cranio, simile a quello di uno scimpanzé ma con alcune caratteristiche pre-umane nella dentatura, fu attribuito da Dart a una forma intermedia tra le scimmie antropomorfe e il pitecantropo, da lui chiamata "scimmia australe" o *Australopithecus africanus*. Ma le resistenze della comunità scientifica, dovute al fatto che la capacità cranica dell'australopiteco era ritenuta troppo bassa per poter essere un antenato dell'uomo, furono tenaci. *A. africanus* fu relegato al rango di scimmia per più di vent'anni, finché Robert Broom e alcuni allievi di Dart non scoprirono molti altri fossili della stessa specie, nelle grotte di Sterkfontein vicino a Johannesburg, prima classificati a parte con il nome di *Plesianthropus transvaalensis* e poi ricondotti ad *A. africanus* nel 1947.

Alla fine anche il gradino più basso della scala dell'umanità era stato riempito, confermando l'intuizione darwiniana, poi sostenuta con forza anche dal paleoantropologo e teologo gesuita Teilhard de Chardin, circa l'origine africana del primo antenato dell'uomo moderno. In epoche precedenti, la più antica culla dell'umanità era stata individuata da Linneo nelle isole dei tropici, mentre Buffon e molti altri naturalisti l'avevano collocata in Asia. Non erano peraltro mancati i sostenitori dell'Europa come continente originario, ma

ora appariva evidente che la scelta africana di Darwin era la sola sostenibile.

Nel 1921, nel villaggio di Zhoukoudian nei pressi di Pechino, Gunnar Anderson e Otto Zdansky scoprirono alcuni frammenti di un uomo primitivo, originariamente definito *Sinanthropus pekinensis* o “Uomo di Pechino” e in seguito ricondotto allo stesso alveo tassonomico dell’Uomo di Giava. Evidenziando le affinità anatomiche con *Homo sapiens*, il grande naturalista Ernst Mayr propose nel 1963 il nome di *Homo erectus* per riunire queste forme asiatiche intermedie fra l’australopiteco e l’uomo moderno.

È bene ricordare subito che l’attribuzione dei ritrovamenti a nuove specie umane e pre-umane fu sempre molto aleatoria, e in parte lo è ancora oggi. Come notò il paleoantropologo della Harvard University Glynn Isaac, la paleoantropologia è una scienza essenzialmente indiziaria: si occupa di deboli e controverse tracce lasciate in fossili per lo più frammentati e rovinati, risalenti a milioni o centinaia di migliaia di anni fa.

Nonostante la sua base empirica sia talvolta così sdrucchiolevole, da questa massa disordinata di indizi gli scienziati devono ricostruire scenari plausibili, devono raccontare storie accettabili. La componente interpretativa è davvero centrale quando si tratta di immaginare la vita di un ominino (questo il termine tassonomico recente per indicare la sotto-famiglia che accorpa *Homo sapiens*, gli scimpanzé attuali e tutte le

forme estinte del nostro albero genealogico) partendo da qualche frammento isolato di mandibola e di cranio. I fossili non parlano da soli: hanno bisogno di uno scienziato, e del suo repertorio di idee e di preferenze teoriche, per acquisire un senso. In anni recenti, l'introduzione di raffinate tecniche di datazione dei reperti e l'utilizzo di meccanismi di comparazione genetica per la ricostruzione delle discendenze evolutive hanno rivoluzionato il quadro metodologico di questa scienza, senza tuttavia eludere il suo originario paradigma indiziario e narrativo.

La posta in gioco, scoprire le origini della nostra comparsa sulla Terra, è alta e ciò spiega le accese diatribe che hanno diviso la comunità dei paleoantropologi in ogni epoca, raggiungendo talvolta il grande pubblico attraverso i media. I fattori soggettivi che animano tacitamente la ricerca paleoantropologica, senza nulla togliere alla sua serietà scientifica, sono molteplici: l'attaccamento tenace a una teoria, il desiderio di attribuire alla propria scoperta fossile il rango di "vero antenato" dell'umanità attuale a discapito di altri, il clima culturale e politico dell'epoca, l'ambizione di dare un senso progressivo alla storia naturale dell'uomo. La dimensione narrativa della disciplina paleoantropologica non è un incidente di percorso: è, al contrario, la fonte delle sue ambiguità generative, è la sua ricchezza e il suo fascino. Non è sorprendente che un'immagine influente dell'evoluzione, con il suo intero repertorio di metafore

e di suggestioni epiche, abbia dominato la ricerca per tanto tempo. In paleoantropologia non soltanto le osservazioni sono cariche di teoria, ma le teorie stesse si configurano come forme di narrazione. Insomma, una buona teoria paleoantropologica convince quando è anche una buona storia.

I signori degli anelli (mancanti)

Le ricostruzioni della storia naturale che ha preceduto la comparsa della specie *Homo sapiens* sono state guidate da una permeante immagine progressionista, cioè da una metafora di progresso attraverso la quale si è cercato di interpretare il cammino evolutivo della specie umana come una sequenza lineare e cumulativa di stadi che mettessero in relazione, da antecedente a conseguente diretto, i primi antenati scimmieschi e l'uomo.

I corollari necessari di questa concezione erano che l'arrivo di *Homo sapiens* dovesse aver avuto inevitabilmente una lunghissima preparazione: la comparsa di una forma così perfetta e complessa avrebbe richiesto un lasso di tempo estremamente lungo. Il fraintendimento circa la reale natura della “scimmia di Rama”, per esempio, si inserisce in questa influente cornice intellettuale. Nel 1932 Edward Lewis scoprì in India settentrionale i resti di un presunto ominide antichissimo, soprannominato *Ramapithecus*, ritenuto frettolosamente il primo antenato in assoluto della famiglia umana: un anello mancante fra le scimmie

antropomorfe e gli ominini, vecchio addirittura di 25 milioni di anni. La “lunga preparazione”, nonostante le perplessità del grande antropologo Ales Hrdlicka relative all’origine asiatica del fossile, era dimostrata. Si dovette attendere l’inizio degli anni Ottanta per giungere alla conclusione che le caratteristiche “pre-umane” del ramapiteco erano state sopravvalutate e che sarebbe stata più corretta la sua classificazione nella famiglia degli oranghi asiatici.

Da quando lo studio dei fossili di antenati molto antichi dell’uomo divenne un problema centrale per gli antropologi, agli scienziati fu dunque assegnato un duplice compito: da un lato, vincere le profonde resistenze a considerare il legame fra l’origine dell’umanità e le creature scimmiesche africane, che si protrarranno ben oltre i primi decenni del Novecento; dall’altro, per coloro che accettano la realtà dell’origine umana dal ramo dei primati, rintracciare i passaggi intermedi della scala del progresso umano, cioè le trasformazioni graduali da una forma alla successiva. Da allora, il fine della ricerca paleoantropologica sarebbe stato quello di confermare l’idea di una progressione lenta e inarrestabile verso il raggiungimento di un sommo vertice evolutivo: la comparsa dell’intelligenza.

Del resto, ogniqualvolta si annunci la scoperta di un nuovo “anello mancante” nell’evoluzione umana (quante volte lo abbiamo letto sui giornali o sentito in televisione...) non si fa altro che rinforzare implicitamente questa visione lineare dell’evoluzione

umana, questa modalità profonda di concepire la nostra storia naturale come una grande catena ininterrotta di forme intermedie che porta dagli esseri più infimi alla perfezione umana.

Dietro questo modo di interpretare e di presentare le scoperte paleoantropologiche si nasconde un collaudato e rassicurante stile di pensiero. Se la storia naturale di *Homo sapiens* consiste davvero in una lunga marcia di emancipazione progressiva dalla brutalità della condizione animale originaria, sarà facile dedurre che all'interno del processo di "ominizzazione" (termine che già in sé risente di una certa influenza dell'idea di progressione verso un esito ultimo) vi sia stata una ragione stringente, una necessità evolutiva, un ineluttabile destino. Deve esserci qualcosa di unico nel modo in cui siamo diventati umani e le cose sono andate in questo modo perché una forza evolutiva invisibile e onnipresente ci ha spinti inevitabilmente in questa direzione.

Proviamo a vedere più da vicino questo paradigma dell'anello mancante. Esso presuppone: che il processo evolutivo sia stato lento e graduale in ogni sua fase; che l'unico motore dell'evoluzione sia stata la selezione naturale operante sul corredo genetico e sull'intera estensione della popolazione di ciascuna specie; che vi sia stata, in ogni epoca, una sola specie umana in graduale trasformazione; che la specie successiva sia in qualche modo più adattata e più intelligente della precedente; che la tendenza evolutiva sia stata fin

dall'inizio indirizzata al raggiungimento dell'intelligenza simbolica, razionale e autocosciente; ma soprattutto, che il processo di "ominizzazione" sia oggi definitivamente compiuto nella forma *Homo sapiens*. Noi, guarda caso.

Una sola specie per volta

Benché l'effettivo meccanismo di "origine delle specie" non sia mai spiegato dettagliatamente nell'opera darwiniana omonima (bensì nei taccuini giovanili, poi rivisti da Darwin), i processi selettivi comportano una trasformazione costante delle popolazioni di una specie, che lentamente sfuma nella specie successiva senza soluzione di continuità oppure dà origine lentamente a due o più specie discendenti. L'evoluzione è data dunque dall'accumulo regolare di piccoli cambiamenti ereditari nel corso di periodi di tempo così lunghi da permettere le ampie divergenze morfologiche fra specie che si osservano in natura.

Alcuni decenni più tardi, intorno agli anni Trenta e Quaranta del ventesimo secolo, la teoria darwiniana fu fatta propria dagli scienziati che negli anni precedenti avevano gettato le basi della scienza dell'ereditarietà, scoprendo i cromosomi, i geni su di essi e i meccanismi elementari di trasmissione dell'informazione genetica. L'idea forte di questa "Sintesi Moderna" fra darwinismo e genetica era che tutti i cambiamenti osservabili a livello macroscopico (cioè le grandi differenze fra specie, generi e famiglie diverse di organismi) fossero

riconducibili a piccole innovazioni accumulate a livello microscopico, cioè nel corredo genetico, sotto la pressione della selezione naturale. Lo slogan della Sintesi fu che “la macroevoluzione è totalmente riconducibile alla microevoluzione”.

Qualsiasi fenomeno evolutivo doveva essere il frutto di lente modificazioni del corredo genetico. Di conseguenza, ogni proprietà che osserviamo nella morfologia e nel comportamento degli organismi viventi (noi compresi) doveva essere un adattamento ottenuto per selezione naturale attraverso lenti cambiamenti nelle frequenze geniche delle rispettive linee di discendenza. Negli anni Sessanta George Williams coniò il termine “gradualismo filetico”, cioè gradualismo a base genetica, per definire questa visione forte del processo evolutivo. Essa rappresentò il paradigma dominante della biologia evoluzionistica per buona parte del Novecento, almeno fino agli anni Settanta, e questo benché fosse evidente già ai fondatori della Sintesi Moderna (come Theodosius Dobzhansky, George Gaylord Simpson ed Ernst Mayr) che in natura esistono indizi di grandi scossoni evolutivi ben poco gradualisti.

Negli anni Cinquanta, all’apice del suo successo, la Sintesi Moderna influenzò profondamente anche gli studi paleoantropologici, a quel tempo alle prese con le prime raccolte consistenti di reperti fossili. Lo studio dell’evoluzione umana, tuttavia, mostrava una caratteristica peculiare rispetto al resto degli studi paleontologici, una caratteristica che segnerà il suo

destino nei decenni successivi: essa aveva il compito di ricostruire le origini evolutive di una sola specie, la nostra, e non le diramazioni di un albero evolutivo come per quasi tutti gli altri gruppi di organismi. La nostra evoluzione era in qualche modo speciale, perché priva di ramificazioni fra specie ancora viventi. Se mai c'era stato un "albero dell'evoluzione umana", esso doveva essere stato sfrondato così severamente dalla selezione naturale da lasciare alla fine un solo ramo isolato. Questa interpretazione non fu però accolta e si preferì sommare i concetti di linearità e di gradualità, introdotti dai teorici della Sintesi Moderna, all'immagine di un percorso evolutivo "speciale" culminato nella comparsa di *Homo sapiens*.

Ne derivò il modello scalare classico, cioè una sequenza di forme pre-umane che si sostituiscono l'una all'altra gradualmente sotto la spinta di adattamenti progressivi: la forma che viene dopo, in virtù di un miglior equipaggiamento, sostituisce la precedente. In tal modo, l'influenza del gradualismo filetico sommata alla necessità di ricostruire la storia di una sola specie portò a una conseguenza paradossale: mentre tutti i gruppi di mammiferi studiati dai paleontologi presentavano un grafico evolutivo ad albero, con serie ordinate di specie che si diversificavano progressivamente, l'evoluzione umana seguiva un andamento del tutto eterodosso, di tipo lineare e scalare.

Il principio centrale di tale impostazione fu che, a differenza di quanto accade nell'evoluzione di ogni altro

mammifero, nell'evoluzione umana non si trovano mai due specie ancestrali contemporaneamente: le forme si susseguono da una a una. Questo semplificò radicalmente il quadro complicato di denominazioni e di presunte specie ominidi che si era creato nei primi decenni del Novecento, quando ogni paleoantropologo tendeva ad affibbiare piuttosto arbitrariamente un'etichetta separata a ciascun fossile ominide. Nel 1944 e poi nel 1962 in *Mankind Evolving*, Dobzhansky diede autorevolmente questa impostazione metodologica affermando il principio secondo cui non sarebbe stato mai possibile rinvenire due forme ominidi allo stesso livello temporale. Mayr confermò questa posizione, ipotizzando che dalle prime scimmie bipedi a *Homo sapiens* vi fossero stati soltanto due gradini intermedi della scala: *Homo transvaalensis* (la prima classificazione di *Australopithecus africanus* poi abbandonata) e *Homo erectus*. Dalla confusione iniziale si passò così in pochi anni a un'immagine ipersemplicata dell'evoluzione umana, con un gradiente scalare di cambiamento dall'australopiteco a *Homo sapiens*.

Fu all'interno di questo contesto teorico che nacque e si diffuse la mitologia "eroica" dell'evoluzione umana che abbiamo visto all'inizio del capitolo: una sola specie per volta, che si perfeziona progressivamente e gradualmente di stadio in stadio. La sceneggiatura, accademica e popolare, riguardo alle origini dell'umanità divenne quella di una progressiva conquista

della perfezione, con la frontiera del progresso umano che avanza verso l'intelligenza e la coscienza, affrancandosi dalla condizione animale: una marcia a tappe serrate, dettata dall'espansione continua delle capacità cerebrali fin dall'inizio, letta sempre attraverso lo sguardo del vincitore, cioè della sola specie sopravvissuta.

Strane anomalie: la scala del progresso vacilla

Dunque la “scala” evolutiva preferita fino a pochi decenni fa, almeno fino alla metà degli anni Sessanta, prevedeva tre gradini principali, tre stazioni intermedie di ominidi incamminati in perfetta solitudine verso l'apoteosi finale: *Australopithecus africanus* (disceso dalle forme più antiche del rigoglioso cespuglio delle scimmie antropomorfe del Miocene); *Homo erectus* (detto in particolare “Uomo di Giava” la forma trovata da Dubois nel 1891 e “Uomo di Pechino” la forma trovata in Cina); e infine *Homo sapiens*.

Tuttavia, il primo dato problematico era già stato rilevato agli inizi degli anni Trenta, quando un gruppo di ricercatori impegnati nel sud dell'Etiopia rinvenne una forma contemporanea e parallela di australopiteco, dal corpo più tozzo: un erbivoro dalle grandi mandibole e dal cervello piuttosto piccolo. Si trattava dell'*Australopithecus robustus*, subito accantonato come un probabile “binario morto” della progressione umanoide. Si dovette tuttavia ammettere l'esistenza di una prima ramificazione in qualche modo “secondaria”

e, per la prima volta, proveniente non dal Sudafrica ma dall'Africa orientale.

Un secondo dato non facilmente riconducibile alla scala lineare scaturì alcuni decenni più tardi dalle importantissime ricerche sul campo condotte dal grande paleoantropologo Louis Leakey, la cui visione dell'evoluzione era peraltro di tipo gradualista. Egli scoprì nel 1960 che proprio in Africa orientale, nello stesso periodo in cui coesistevano le due stirpi di australopiteco, viveva anche una terza forma di primate pre-umano, battezzata *Homo habilis*.

L'interpretazione di Leakey scatenò una vivace polemica scientifica. L'assunto paradigmatico della progressione lineare e scalare fu intaccato allorché lo scienziato sostenne che nessuna delle due forme di australopiteco (d'ora in poi, al plurale, australopitecine) poteva essere un predecessore dell'uomo: solo la terza, dal fisico snello e dal volume cerebrale accresciuto, sarebbe invece rientrata nella linea evolutiva umana principale. Così la diramazione "secondaria" avrebbe riguardato entrambe le australopitecine rinvenute precedentemente.

Del resto, un anno prima, Mary Leakey, moglie di Louis Leakey, aveva individuato nella gola di Olduvai in Tanzania una seconda forma est-africana di *Australopithecus robustus*: *Australopithecus boisei*, nata forse per ramificazione dalla prima. Il sospetto che la scala a pioli non fosse propriamente il modello adeguato per comprendere il cammino dell'umanità cominciò a

serpeggiare negli ambienti accademici, tanto più che questi ritrovamenti provenivano dalle accurate indagini dei paleoantropologi più autorevoli e scrupolosi del momento.

La strategia difensiva della concezione progressionista puntò in due direzioni: svalutare la scoperta stessa (si teorizzò che *Homo habilis* fosse la somma dei resti di un'australopitecina e di un *Homo erectus*: una sorta di “via di mezzo” artefatta); oppure reinserirla in un quadro lineare datando l'età di *Homo habilis* in una fase intermedia fra le australopitecine e *Homo erectus*, il solito anello mancante. La scala dell'evoluzione umana fu dunque aggiornata e tra il primo e il secondo gradino ne fu aggiunto uno intermedio. L'operazione si era quasi affermata quando, nel 1973, il figlio di Leakey, Richard, trovò un teschio di *Homo habilis* inequivocabile e databile con sicurezza a un periodo coevo a quello delle ultime australopitecine. La stirpe dei Leakey stava involontariamente smantellando l'edificio rassicurante del progressionismo, ma ancora non sarebbe bastato poiché talune assunzioni consolidate, quando affondano nelle convinzioni profonde di un'epoca, sono davvero “a prova di fossile”.

Mary Leakey nel 1975 assestò il colpo di grazia, arretrando esageratamente il periodo di *Homo habilis* addirittura oltre i 3 milioni di anni fa. Anche le ultime incertezze erano fugate: si trattava certamente di un contemporaneo delle due famiglie di australopitecine. Successivamente, le analisi comparate delle anatomie

dei tre ceppi nel corso dell'intera fase di sopravvivenza hanno indotto a credere che nessuna delle tre forme di pre-umani abbia avuto un'evoluzione significativa dei rispettivi caratteri: esse mostrano anzi una sostanziale stabilità morfologica. Apparve insomma sempre più nitidamente l'immagine di una ramificazione di molteplici forme conviventi e stabili, un'immagine incompatibile con il presupposto di una successione lineare e graduale di forme ominine isolate.

Signore e signori: ecco a voi Lucy and The First Family

Intorno alla metà degli anni Settanta il quadro si complicò ulteriormente, quando i paleoantropologi Donald Johanson e Tim White rinvennero in alcuni siti della regione dell'Hadar, in Etiopia, una considerevole quantità di reperti appartenenti a esemplari di una nuova specie. Le datazioni dei frammenti ossei lasciarono di stucco gli stessi scopritori: si trattava delle più antiche testimonianze dell'evoluzione umana mai raccolte fino ad allora. Le ossa appartenevano a ominini vissuti in Africa orientale in un periodo compreso tra 3,2 e 3,4 milioni di anni fa, molto prima delle due australopitecine e di *Homo habilis*. Questi ominini, ritenuti dagli scopritori una specie a parte (in disaccordo con Mary e Richard Leakey che li interpretarono all'inizio come una specie appartenente al genere *Homo* antecedente a *Homo habilis*, definita provvisoriamente *Homo sp*), mostrano la peculiarità di una stazione completamente eretta

accompagnata a un cervello relativamente piccolo e a caratteristiche scimmiesche molto accentuate. Johanson ipotizzò per questo che si trattasse dell'antenato più antico dell'umanità, cioè del progenitore di *Homo habilis* da un lato e di *Australopithecus africanus* (che perdeva così la sua appartenenza alla linea "nobile" della nostra discendenza) dall'altro.

Fra i ritrovamenti spiccarono nel 1974 uno scheletro, completo al 40%, di un esemplare femminile di bassa statura, soprannominato "Lucy" dal titolo della canzone dei Beatles *Lucy in the Sky with Diamonds* amata da Johanson (è bello pensare che il titolo psichedelico di John Lennon, ispirato da un disegno del figlio, abbia dato il nome alla nostra antenata più famosa...), e nel 1975 un agglomerato di frammenti ossei appartenuti a tredici individui della stessa famiglia probabilmente periti insieme durante un'inondazione. Lucy e "The First Family", come venne definita affettuosamente questa prima testimonianza di un gruppo sociale ominino immortalato dalla disgrazia, erano effettivamente membri della specie più antica mai conosciuta fino ad allora e denominata nel 1978 *Australopithecus afarensis*.

Le caratteristiche degli *afarensis*, di cui furono ben presto scoperti esemplari più antichi (Lucy e la prima famiglia hanno 3,2 milioni di anni, ma alcuni *afarensis* scoperti successivamente arretrano fino a 3,8 milioni) in siti compresi fra la terra degli Afar (fra Etiopia ed Eritrea) e la Tanzania, apparvero subito interessanti. Benché la conformazione scheletrica fosse molto simile

per tutti gli individui, vi erano grossissime differenze di taglia e di statura, segno della presenza di un forte dimorfismo sessuale: come avviene nei gorilla, i maschi erano più alti e robusti delle femmine. La capacità cranica non differiva granché da quella degli scimpanzé attuali (poco più di 400 cc) e anche le caratteristiche facciali (volto largo e forte prognatismo, cioè l'angolo dato dalla congiunzione fra la punta del mento e la fronte) erano quelle delle scimmie antropomorfe.

Due sole prerogative sembravano contraddistinguere questo gruppo dal resto della famiglia delle antropomorfe. In primo luogo, la conformazione del ginocchio e della tibia di Lucy testimoniavano senza ombra di dubbio che gli *afarensis* avevano adottato una postura eretta. La conformazione del bacino e degli arti inferiori, nonché l'avanzamento del foro occipitale alla base del cranio (con il bipedismo il foro che unisce il cranio alla spina dorsale si sposta in avanti rispetto ai quadrupedi) dimostrarono che si trattava delle prime "scimmie bipedi" mai apparse nella storia naturale dei primati. In secondo luogo, i denti mostravano alcune caratteristiche meno scimmiesche (strato di smalto più sottile e canini leggermente più piccoli), segno probabilmente che il cambiamento nella locomozione andò di pari passo con un cambiamento della dieta alimentare, ora più diversificata.

Non sappiamo molto dell'organizzazione sociale degli *afarensis*, per la quale non vi sono tracce fossili ma solo congetture. Probabilmente si trattava di una specie in

bilico fra due tipologie diverse di relazione sociale fra i sessi. Se l'accentuato dimorfismo sessuale è segno di un'organizzazione del branco con maschi dominanti e aggressivi in competizione per l'accoppiamento, femmine che lasciano il gruppo natale in età adulta e legami promiscui, è pur vero che la postura eretta deve aver avuto conseguenze importanti nella fisiologia sessuale femminile, con forti ricadute sociali a lungo termine. La regione genitale femminile rimase nascosta mentre il petto fu esposto, con la crescita di mammelle prominenti. La ricettività sessuale divenne permanente e l'ovulazione ciclica non fu più visibile esteriormente. Questi effetti collaterali del bipedismo modificarono senz'altro il sistema sociale dei primi ominini, poiché la ricettività sessuale costante delle femmine e l'ovulazione nascosta indussero i maschi a concentrare l'attenzione su una sola femmina per avere la certezza della loro paternità sulla prole, presidiandola per tutto il ciclo e favorendo così gradualmente i legami monogamici.

È vero comunque che molte caratteristiche arcaiche resistevano nella conformazione di Lucy e della First Family: gli arti superiori sono ancora molto lunghi, le spalle sono strette, mani e piedi hanno dita allungate e ricurve. L'alluce è ancora divaricato, come si conviene a un abile arrampicatore di alberi. Forse il bipedismo era soltanto agli esordi, un comportamento utile adottato insieme ad altri. Probabilmente gli *afarensis* avevano inaugurato il primo "stile misto" della storia della locomozione: mantenevano i comportamenti arboricoli

delle scimmie antropomorfe per difesa e camminavano sulle nocche, come fanno gli scimpanzé, ma alla bisogna sapevano ergersi sugli arti inferiori e camminare su due piedi per lunghi tratti. Questa strategia adattativa deve aver avuto un grande successo, se è vero che gli esemplari di *afarensis* scoperti finora coprono un lungo lasso di tempo (quasi un milione di anni) senza mostrare sostanziali cambiamenti: si tratta cioè di una specie resistente e longeva.

Australopitecine e ardipitechi: la famiglia si allarga

Dobbiamo attendere la metà degli anni Novanta per assistere a una nuova spallata al modello mono-lineare. Nel sito di Aramis, in Etiopia, un'equipe di paleoantropologi (fra i quali la nuora dei Leakey, Meave... la dinastia continua!) rinvenne nel 1994 i resti frammentari di un antico ominino la cui datazione risaliva a tempi addirittura precedenti alla comparsa degli *afarensis*. Se i compagni di Lucy diedero i primi segni della loro presenza in Africa orientale intorno a 3,8 milioni di anni fa, i resti di questi frammenti sparsi di cranio, di arti e di denti sfondavano la barriera temporale dei quattro milioni di anni, collocandosi in un periodo variabile da 4,4 a 3,9 milioni di anni fa.

Il filtro cognitivo della grande scala del progresso doveva essere ancora forte, se è vero che i paleoantropologi di Aramis ritennero di classificare il nuovo arrivato come l'anello di congiunzione fra gli antichi *afarensis* e gli scimpanzé. In effetti, le date

coincidevano. Per segnalare la congiunzione fra le australopitecine e le scimmie antropomorfe gli scienziati, dopo averlo inizialmente catalogato come un australopiteco, scelsero di classificare l'ominino in un nuovo genere e lo chiamarono *Ardipithecus ramidus*. La stampa scientifica, eccitata dalla scoperta successiva di uno scheletro quasi completo di ardiriteco da parte di Tim White e Desmond Clark sempre ad Aramis, annunciò la scoperta del capostipite della discendenza umana, il punto di contatto genealogico fra la sotto-famiglia degli ominini e le scimmie.

Le prime controversie sullo statuto evolutivo dell'ardipiteco non tardarono a giungere. Alcuni preferirono interpretarlo come un ramoscello laterale rispetto alla linea principale della nostra evoluzione. Philip Tobias confutò addirittura la sua appartenenza alla sotto-famiglia ominina. In effetti, le caratteristiche dell'anatomia scheletrica, soprattutto per gli arti superiori, sono molto scimmiesche. Anche la dentatura mostra poche differenze con quella di un normale scimpanzé: lo smalto è solo un po' più sottile e i molari sono meno sviluppati. Come si poteva dimostrare che si trattava del primo insigne esploratore del nostro sentiero evolutivo? Gli scopritori si affidarono a un solo frammento di cranio per rispondere a questa obiezione. In effetti, nel reperto meglio conservato di *ramidus* si osservò che il foro occipitale è leggermente avanzato rispetto alle scimmie antropomorfe. Un solo, debole indizio, ma di straordinaria importanza. Per un

paleoantropologo (comprensibilmente attaccato alla propria teoria) è più che sufficiente: è la prova che gli ardipitechi avevano assunto un'andatura mista che prevedeva anche la postura eretta.

Poi venne Ardi, nomignolo di *Ardipithecus ramidus*, uno scheletro molto completo descritto nel 2009, un antenato antichissimo e prezioso: ha più di 4,4 milioni di anni. Precedette le australopitecine e visse dove oggi c'è l'Etiopia settentrionale, in un ambiente forestale. Ardi presenta al contempo un mix unico di caratteri scimmieschi arboricoli e un bipedismo avanzato. Mostra una capacità cranica di poco superiore agli scimpanzé, arti superiori lunghi e alluci divaricati e prensili (tipici adattamenti arboricoli), ma al contempo canini ridotti e mani e piedi molto grossi, tratti caratteristici di un bipedismo peculiare: camminava sui rami! Ma non è un "anello mancante": è un bipede a modo suo, probabilmente adattato a un ambiente ibrido, un po' sugli alberi e un po' negli spazi aperti. Del resto, una precipitosa arrampicata sul tronco più vicino era l'unica salvezza dalle fauci del *Dinofelis*, dell'*Homotherium* e del *Megantereon*, i mostruosi felini che i nostri antenati potevano incontrare. Non sappiamo se sia l'antenato comune di tutte le specie successive, ma senz'altro è un candidato e, comunque, oggi sappiamo che è un vetusto e longevo ramoscello dell'intricato albero dell'evoluzione umana. I suoi reperti più antichi sfiorano i sei milioni di anni di età.

Le capacità cerebrali degli ardirpitechî si attestano sui livelli delle scimmie antropomorfe e poi delle australopitecine. Con quest'ultima conferma, dopo piú di un secolo di scoperte paleoantropologiche, appariva sempre piú evidente la verit  scomoda della nostra origine, un'origine del tutto indipendente dallo sviluppo di un grande ed elaborato cervello. Ricostruendo la nostra storia a posteriori come una marcia di avvicinamento alle capacit  attuali, ai primi esploratori di fossili umani come Louis Leakey sembr  naturale pensare che l'intelligenza fosse stato il motore dell'evoluzione umana fin dagli inizi. Andavano a caccia di crani, confidando che tutto il resto sarebbe venuto di conseguenza.

Furono abbagliati dal dogma della precoce evoluzione dell'intelligenza anche gli autorevoli antropologi inglesi che nel 1912 presero per buono il ritrovamento nel Sussex del cosiddetto "Uomo di Piltdown", cio  una scatola cranica umana di dimensioni attuali unita a una mandibola primitiva. Era il "fossile perfetto" per il paradigma dell'anello mancante, la prova che l'evoluzione umana era stata una lunga preparazione all'arrivo di *Homo sapiens*, innescata dalla comparsa di un ominide intellettualmente iper-dotato (e per di piú suddito di Sua Maest , cosa sperare di meglio!). Nel 1953 un anatomista di Oxford, Joseph Weiner, dimostr  che l'Uomo di Piltdown era una truffa molto ben congegnata da un paleoantropologo giocherellone: si trattava di un cranio di *sapiens* fatto invecchiare

artificialmente accanto a una mandibola di orango. Era un fossile troppo perfetto per essere vero.

Del resto, c'erano voluti più di vent'anni perché l'*Australopithecus africanus* scoperto da Dart fosse accettato come nostro antenato legittimo, nonostante il suo deludente cervello di scimpanzé. Seguendo un'indicazione contenuta già ne *L'origine dell'uomo* di Darwin e poi rafforzata dal biologo evoluzionista Alfred R. Wallace alla fine dell'Ottocento e dall'antropologo Elliott Smith nel Novecento, si era ritenuto per molto tempo che le tre direttrici fondamentali della nostra evoluzione – la discesa dagli alberi e l'andatura bipede, l'accrescimento del cervello, l'utilizzo di strumenti – fossero andate in parallelo, proprio come in una marcia trionfale di progresso. Le controversie riguardavano la priorità cronologica di una direttrice sull'altra, ma nessuno metteva in dubbio che la sequenza di questi tre “doni del destino” rappresentasse fedelmente l'epopea di emancipazione dell'umanità dalla condizione animale.

La scoperta degli ominini più antichi mise in discussione questa opinione: la comparsa della nostra famiglia sulla Terra era stata una rivoluzione prevalentemente posturale, non intellettuale. Era una questione di locomozione, una ristrutturazione architettonica completa dell'anatomia, dalla punta dei piedi al cranio, da cui discesero certamente molte conseguenze adattative e comportamentali di grande importanza, ma che era di per sé indipendente dal peso del nostro promettente cervello. Non vi sono prove,

insomma, dell'andamento appaiato del bipedismo e dell'accrescimento cerebrale: le tre direttrici sembrano essersi sviluppate in tempi diversi.

Si potrebbe affermare, come è stato fatto in molte occasioni, che fu proprio la liberazione delle mani permessa dall'andatura bipede a scatenare le potenzialità manipolative e intellettive dei nostri antenati: ipotesi plausibile, peccato che non tornino i conti. Se l'espansione del cervello fu una conseguenza indiretta della postura eretta e della manipolazione di strumenti, perché dall'acquisizione del bipedismo all'inizio dell'espansione cerebrale passarono più di 2 milioni di anni? Vedremo infatti che non vi sono indizi di accrescimento del volume cranico fino a 2,8 milioni di anni fa, mentre il bipedismo appare subito nella documentazione fossile.

Ma *Ardipithecus* era davvero il nostro capostipite solitario? Si direbbe di no, visto che dopo la sua scoperta un altro personaggio assai antico della nostra storia andò a fargli compagnia. Un'equipe di paleoantropologi kenioti scoprì nei siti di Kanapoi e di Allia Bay, nel Kenya settentrionale, una serie di reperti fossili appartenenti ai membri di una specie ominina sconosciuta, molto simile agli *afarensis* ma probabilmente separata e certamente più antica di almeno mezzo milione di anni. Nel 1995 gli scienziati lo classificarono come il primo rappresentante delle australopitecine: era l'"australopiteco senza nome", *Australopithecus anamensis*.

Le caratteristiche degli *anamensis* sono in parte simili a quelle di Lucy, nella dentatura e nella conformazione delle ossa, ma nel complesso la sua morfologia appare più arcaica. Le differenze con gli ardiptechi sono abbastanza pronunciate. Gli scienziati notarono inoltre che le due specie si erano adattate ad habitat diversi: il sito di Aramis mostra una specie ben adattata a un territorio ricco di alberi, probabilmente una foresta interrotta da qualche radura; i siti kenioti presentano invece le caratteristiche di un ambiente più arido, una sorta di savana primordiale attraversata da fiumi e coperta da grandi distese erbose alternate a foreste. Anche gli *anamensis*, come dimostra un reperto ben conservato di articolazione del ginocchio, avevano una discreta andatura bipede.

Le differenze morfologiche e le differenze ambientali fecero escludere che le due forme fossero l'una la discendente dell'altra. Questo significava che in Africa, prima di 4 milioni di anni fa, vivevano già due specie diverse di ominini contemporaneamente. La prima, l'ardipiteco, probabilmente non ha lasciato traccia di sé nel proseguo della storia dell'evoluzione umana ed era una specie isolata, adattata a un habitat di transizione fra le foreste e le praterie. La seconda, *A. anamensis*, potrebbe essere invece il primo rappresentante del genere che poi darà origine agli *afarensis*, adattato a un habitat tipico delle praterie che si aprivano lungo i corsi d'acqua africani.

Millennium Man e Toumai: vicini al punto zero

Negli ultimi anni, anche grazie allo sviluppo di nuove tecnologie di rilevamento dei dati e di identificazione satellitare dei siti più interessanti, i paleoantropologi hanno gettato per la prima volta uno sguardo oltre la barriera dei 4 milioni di anni, scoprendo le prime tracce di una complessità presente nella nostra evoluzione fin dagli esordi. Nel febbraio del 2001 Martin Pickford e Brigitte Senut, del Museo di Storia Naturale di Parigi, dopo alcuni anni di scavo nella zona di Tugen in Kenya, diedero l'annuncio ufficiale del ritrovamento dei più antichi fossili ominini mai scoperti. La datazione delle ossa di cinque individui di una forma sconosciuta, denominata *Orrorin tugenensis*, ha avuto come esito la notevole età di 6 milioni di anni. Secondo gli scopritori, *Orrorin*, scherzosamente soprannominato "Millennium Man", sarebbe in effetti l'antenato più antico della sottofamiglia ominina, la ramificazione primaria dell'albero filogenetico dell'umanità.

Orrorin, come dovremmo aspettarci, è molto simile a uno scimpanzé in quanto a taglia e volume cerebrale, ma presenterebbe (il condizionale è doveroso) alcune caratteristiche marcatamente ominine. La lunghezza e la robustezza del femore potrebbe significare che la sua andatura cominciava a essere bipede per lunghi tratti, mentre gli arti superiori sono ancora tipici di una specie arboricola: uno stile misto molto simile a quello dei suoi successori. La foresta doveva essere comunque il luogo più sicuro in cui vivere perché le prime esplorazioni in

spazi aperti potevano costare la vita: almeno uno degli esemplari di *Orrorin* ritrovati era l'avanzo di un pasto di felino. La dentatura è ominina e racconta di una dieta mista, principalmente vegetale con qualche apporto di carne.

Dunque almeno l'origine è stata caratterizzata dalla linearità e da una sola specie per volta? A quanto pare, non sembrerebbe. Nel luglio del 2001 Tim White e Y. Haile-Selassie contestarono il primato di *Orrorin tugenensis* contrapponendogli il ritrovamento di una forma etiopica di ardipiteco risalente a più di 5 milioni e mezzo di anni fa e battezzata *Ardipithecus ramidus kadabba*: un ominino molto arcaico, ma con dentatura moderna. Le falangi del piede risultano modificate rispetto a quelle delle scimmie antropomorfe, benché l'ambiente in cui è vissuto il *kadabba* fosse prevalentemente di foresta: una prova ulteriore dell'andatura mista, al confine fra la giungla tradizionale e le invitanti praterie, che i primi ominini avevano fruttuosamente intrapreso.

La scoperta di una versione così antica di ardipiteco ha indotto alcuni scienziati a considerarla il probabile antenato di *Australopithecus anamensis*: quindi il genere degli australopitechi potrebbe essere derivato per speciazione dagli ardipitechi. In ogni caso, come ha notato Bernard Wood, anche il periodo più antico dell'evoluzione ominina, fra 5 e 7 milioni di anni fa, è caratterizzato da una molteplicità di forme ramificate.

A conferma della necessità di questa radicale riforma della tassonomia ominina dei primordi, oggi sappiamo che anche il record di antichità di *Orrorin* era provvisorio. Nel luglio del 2002 l'equipe del paleontologo francese Michel Brunet, dell'Università di Poitiers, diede l'annuncio della scoperta eccezionale di un cranio ominino africano ben conservato e datato fra i 6 e i 7 milioni di anni fa, quasi un milione di anni prima di *Orrorin*. Le dita curiose degli archeologi hanno sfiorato forse l'evento originario, qualcosa di molto vicino al momento iniziale della nostra storia naturale. Il cranio della nuova specie, battezzata *Sahelanthropus tchadensis*, o più informalmente "Toumai" (dal nome, sinonimo di "speranza di vita", che viene dato dalle popolazioni locali ai figli nati nella stagione secca), presenta una miscela inedita di tratti arcaici (la capacità cranica non supera i 350 cc) e tratti "avanzati", soprattutto nel volto piatto e nella dentatura sottile. Un vero rebus.

Rispetto al quadro tradizionale Toumai è un ominino decisamente eccentrico. Ha il cervello più piccolo di uno scimpanzé, ma la faccia più piatta di un australopiteco. È vissuto in un periodo antichissimo nel quale finora non era mai stato trovato nessun ominino. Ma non solo. Toumai è anche nel posto sbagliato al momento sbagliato. Non è stato scoperto né in Africa orientale né in Africa meridionale, come tutti i suoi successori, ma nel deserto del Djurab in Ciad, nel cuore del Sahel. Ciò significa che già in epoche così lontane gli ominini

furono capaci di evolvere in contesti ecologici differenziati oppure di migrare da una regione all'altra del continente. Ben prima che il loro cervello raggiungesse dimensioni interessanti, gli ominini si staccarono dalle antropomorfe per qualità connesse alla postura e forse a una spiccata propensione all'espansione, ramificandosi in una pleora di forme peculiari dotate di caratteri misti. Le origini dell'umanità sono da riscrivere.

Diversificandosi geograficamente e cronologicamente, le “scimmie esploratrici” hanno abbandonato alla chetichella la gabbia del progresso. Qualunque sia la loro relazione di parentela, il precetto della Sintesi Moderna, “non più di un ominino per volta”, diventava sempre più difficile da rispettare...

Capitolo secondo

East Side Story: l'inizio della deriva

Noi non viviamo in un mondo perfetto in cui la selezione naturale vaglia spietatamente tutte le strutture organiche plasmandole in vista di un'utilità ottimale. Quale gioco avrebbe l'evoluzione se ciascuna struttura fosse costruita in vista di uno scopo ristretto e non potesse essere usata per alcun'altra cosa? In che modo gli esseri umani potrebbero imparare a scrivere se il nostro cervello si fosse evoluto per la caccia, per la coesione sociale o per qualunque altra cosa, e non potesse trascendere i confini adattativi del suo scopo originario?

Stephen J. Gould, 1983

Valle di Laetoli, Africa orientale, un lontano giorno di 3.750 millenni fa. Un'esplosione vulcanica, verso ovest, ha da poco sconvolto la terra e terrorizzato gli animali, che si precipitano verso le radure e le foreste del bacino di Olduvai. L'equilibrio impazzito della natura sospende per qualche ora la quotidiana battaglia fra predatori e prede, mentre il sole rimane oscurato dalle polveri laviche. La foresta si imbianca e soffoca. Un vento tiepido e saturo di gas venefici si diffonde nell'aria e trasporta lontano la cenere del vulcano Sadiman.

Nel silenzio irrealistico che segue il cataclisma, una coppia di australopitechi o "australopitecine", forse un maschio e una femmina (parecchio più piccola di lui) o forse una madre con un giovane a fianco, probabilmente

anche un terzo individuo (anch'esso minuto), probabilmente della specie afarensis, escono dalla boscaglia e attraversano impauriti la radura. Sono diretti verso il fondo della vallata, dove si estende un grande lago circondato da fitta foresta, un luogo sicuro dove nascondersi. Là troveranno certamente molti loro compagni attorno ai quali stringersi. I due bipedi calpestano ansiosamente la cenere fresca, inumidita da una pioggia improvvisa, disorientati da quel paesaggio mai visto. Il cucciolo è inquieto, si ferma e guarda attorno, forse ha sentito qualcosa. La madre controlla che non vi siano felini in agguato. I due fiutano nell'aria, poi proseguono spediti. Lasciano due fila di orme nitide, per centinaia di metri, scolpite per sempre nella roccia...

Valle di Laetoli, Africa orientale, tre milioni e 750mila anni dopo. Mary Leakey scava pazientemente insieme ai suoi collaboratori il sito G della zona di Laetoli, in Tanzania, area protetta di Ngorongoro, in cerca di frammenti delle australopitecine che dimostrino la loro completa stazione eretta. Non crede ai suoi occhi e alla sua incalcolabile fortuna. Rimuovendo alcuni strati sedimentari incontra la roccia vulcanica, incontra le orme di Laetoli, va all'appuntamento atteso da sempre. Due rami della sotto-famiglia ominina si toccano nuovamente, superando un ponte lungo milioni di anni, il curioso Homo sapiens sfiora il suo antenato esploratore. La camminata del gruppo di australopitecine, chiara e indelebile nei suoi 24 metri di

lunghezza (ma nel 2016 un team italo-tanzaniano ha scoperto un proseguimento della camminata a un centinaio di metri di distanza, con le orme orientate nella stessa direzione), riemerge dal tempo profondo della storia naturale dell'umanità, vede di nuovo la luce del sole, questa volta non oscurata dal vulcano.

La locomozione è certamente bipede: si capisce dalle impronte dell'arco plantare e dell'alluce, parallelo alle altre dita, anche se leggermente separato. Analisi pubblicate nel 2011 hanno confermato che il suo arco plantare, molto simile al nostro, era già tipico di una specie spiccatamente bipede.

Settanta e più orme, settanta passi nell'eternità, una traversata primordiale verso la salvezza, verso il bosco, verso i compagni nascosti, che resta impressa per sempre nella pietra a testimoniare non solo l'andatura bipede dei suoi autori ma anche il destino dei loro discendenti futuri, il destino di attraversare gli spazi aperti, di andare a vedere cosa c'è dall'altra parte della collina, di esplorare cosa c'è oltre la radura. Non sono orme di scimmia, non sono orme di umani moderni: sono la firma di una scimmia bipede, impaurita e curiosa, il marchio di fabbrica della nascente sotto-famiglia degli ominini...

L'evoluzione ha bisogno di spazio: le prime espansioni

La passeggiata di Laetoli, così antica e così inequivocabile, ha "colto sul fatto" un evento epocale: la conquista del suolo da parte di un'antica forma ominina

che ha lasciato sulla roccia l'impronta di un piede molto diverso da quello di una scimmia. Ma in quale tipo di ambiente e di clima si è svolta questa transizione cruciale? Dove vivevano i primi rappresentanti della nostra sotto-famiglia? Oggi le informazioni paleoclimatiche sono più dettagliate e abbondanti e stanno aprendo uno squarcio inedito sull'ecologia dell'evoluzione umana più arcaica.

Fa ormai parte dei luoghi comuni della nostra conoscenza sugli uomini-scimmia il fatto che essi si siano sviluppati nella savana africana, "uscendo" dalla foresta tropicale dove avevano fino ad allora condiviso l'habitat con le altre antropomorfe. In effetti, a partire da circa 10 milioni di anni fa, l'Africa è stata interessata da un graduale processo di inaridimento del clima, con precipitazioni meno frequenti e a carattere stagionale. Cominciava allora un lento processo di modificazione del clima globale che porterà in alcuni milioni di anni a un generale abbassamento delle temperature terrestri e culminerà, intorno ai 2 milioni e mezzo di anni fa, in una fase (il Pleistocene) di continue oscillazioni che nelle fasce temperate si tradurranno in una sequenza di ricorrenti glaciazioni.

Vedremo che le alterazioni climatiche saranno una costante della storia naturale della nostra ascendenza. L'arco di tempo geologico ricoperto dall'evoluzione umana sarà sempre caratterizzato dalla turbolenza climatica e ambientale, un fattore cruciale (e spesso

sottovalutato) per la struttura del nostro percorso evolutivo.

Sarebbe un errore però identificare l'habitat dei primi ominini con la savana odierna o con le grandi praterie africane che vediamo nei documentari televisivi, poiché esse si formarono non prima di un milione di anni fa. Probabilmente l'habitat frammentato dei primi ominini consisteva di ampie distese erbose, interrotte da tratti di foresta. Essi prediligevano le zone aperte vicino ai fiumi, dove stazionavano i grandi erbivori, possibilmente nelle vicinanze di canyon o di alture ricche di grotte dove trovare riparo. La nascita del nostro gruppo è legata al deterioramento graduale dell'habitat tradizionale delle scimmie antropomorfe, cioè la fitta foresta tropicale, ma non sappiamo in che modo. Gli indizi sembrano avvalorare l'ipotesi di una dinamica evolutiva più complessa rispetto alla semplice ed eroica "uscita dalla foresta". Lo stesso ardipiteco, pur avendo adottato una postura eretta, viveva ancora in un contesto densamente ricoperto di foreste, camminando con i suoi piedoni sui rami, mentre nello stesso periodo i primi esemplari di australopitecine avevano semi-colonizzato le zone aperte. Appare probabile che le prime forme ominine abbiano vissuto in un habitat diversificato.

Esaminando le caratteristiche geologiche e ambientali dei maggiori siti di ritrovamento dei resti di australopitecine si può immaginare che questi primi ominini, dotati di un nuovo adattamento che in prima istanza rese le loro performances soltanto più flessibili,

avessero cominciato a esplorare le zone aperte a ridosso della foresta. Devono averlo fatto con molta cautela e riservandosi la possibilità di veloci ritirate sugli alberi, dato l'elevato rischio di essere preda dei grossi felini negli spazi aperti. Nel 2016 una rianalisi delle fratture di compressione rinvenute sullo scheletro di Lucy ha permesso di concludere che la sua morte fu dovuta alla caduta da un albero di almeno 12 metri.

Tuttavia l'esplorazione in spazi aperti doveva essere parsa loro interessante, se non l'abbandonarono mai nelle centinaia di migliaia di anni seguenti. Dinanzi alla scomparsa graduale della foresta essi dovettero affinare le loro capacità di locomozione bipede per attraversare e abitare (almeno di giorno) le grandi distese erbose, fino all'acquisizione di una postura eretta completa ed esclusiva.

Muoveva allora i primi passi la storia della coevoluzione imprevedibile fra una famiglia di scimmie bipedi, intraprendenti e con uno spiccato senso dell'esplorazione di nuovi territori, e il multiforme habitat dell'Africa orientale e meridionale. Una storia di colonizzazioni e di migrazioni nella quale i fattori ambientali e geografici saranno decisivi almeno quanto quei fattori genetici che, sotto l'effetto della selezione naturale, plasmano gli adattamenti degli organismi.

La balena e il pipistrello

Le indagini della Sintesi Moderna, il grande programma di ricerca evolucionistico del Novecento che

abbiamo brevemente introdotto nel precedente capitolo, si erano fin dalle origini divise in due correnti di pensiero abbastanza eterogenee. Non era, in realtà, un monolite come provvisoriamente lo abbiamo descritto. Certo, il gradualismo filetico era un principio fondamentale per ogni buon evoluzionista, un'immagine influente che ben pochi si permettevano di confutare. Tuttavia, fin dagli inizi, i fondatori della Sintesi Moderna mostrarono alcuni dubbi sulla possibilità di far derivare tutti gli aspetti macroevolutivi da quelli microevolutivi.

Se per genetisti di popolazione come Ronald A. Fisher non vi erano dubbi sulla legittimità dell'assunto metodologico riduzionista, a naturalisti come Ernst Mayr questa conclusione sembrava affrettata e, soprattutto, inefficace nello spiegare i meccanismi effettivi di separazione fra le specie. Il problema lasciato inevaso da Darwin, appunto "l'origine delle specie", non trovava una risposta adeguata.

Ciò che maggiormente lasciava perplessi i naturalisti era la difficoltà di spiegare, attraverso la griglia interpretativa del gradualismo filetico, i frequenti episodi di cambiamento rapido presenti nella documentazione fossile. Già nel 1942, quindi ancora agli albori della Sintesi Moderna, Mayr ipotizzò che all'origine della separazione fra le specie vi fossero cause non soltanto genetiche, ma anche ambientali e geografiche: in particolare, focalizzò l'attenzione sui processi di isolamento geografico delle popolazioni (intuiti

inizialmente da Darwin ma poi accantonati), a suo avviso determinanti nel produrre i cambiamenti necessari alla nascita di nuove specie. Se per i genetisti di popolazione l'evoluzione corrispondeva alla trasmissione del cambiamento "in verticale", dal livello microevolutivo a quello macroevolutivo in ogni linea di discendenza, per i naturalisti l'evoluzione era influenzata anche da spostamenti "in orizzontale", cioè eventi di natura geografica che portavano alla separazione rapida fra specie.

Due anni più tardi, nell'opera *Tempo and Mode in Evolution*, il paleontologo George Gaylord Simpson notò che in molti alberi evolutivi, in particolare in quello dei mammiferi, non era sempre possibile riscontrare una sequenza di forme intermedie che giustificasse il graduale passaggio dalle specie ancestrali alle specie attuali. Il lasso di tempo intercorso fra l'inizio della grande diffusione dei mammiferi (avvenuta dopo l'estinzione dei dinosauri non aviani, intorno a 65 milioni di anni fa) e l'apice di massima diversificazione era troppo breve per accordarsi con un'evoluzione lenta. In una prospettiva gradualista, per creare un pipistrello, una balena, un leone e un primate, a partire da una famiglia di piccoli roditori notturni simili a toporagni, ci vorrebbe molto più tempo...

La risposta tradizionale a questa anomalia era che la documentazione paleontologica fosse in qualche modo insufficiente o lacunosa: gli anelli intermedi non si trovavano perché i reperti fossili erano incompleti e

frammentari. Benché lo stesso Darwin avesse avallato questa interpretazione difensiva, Simpson preferì seguire un'altra strada: se non si trovavano gli anelli intermedi fra il pipistrello e la balena era perché il ritmo di diversificazione non era stato uniforme nel corso dell'evoluzione. In alcuni frangenti, l'evoluzione si mette a correre e produce rapidamente una grande quantità di forme anche assai diverse (un fenomeno oggi definito "radiazione adattativa"). Simpson, in altri termini, fu il primo a sospettare che le accelerazioni presenti nella documentazione fossile corrispondessero a lacune reali e non fossero imputabili all'insufficienza dei reperti.

Nell'evoluzione si verificano, dunque, alcuni cambiamenti bruschi e improvvisi. Ma qual è la causa di questi strappi? Su tale quesito, che sarà cruciale anche per il dibattito paleoantropologico, cadde un lungo silenzio fino alla fine degli anni Sessanta. La risposta di Dobzhansky, di Simpson e, in un primo tempo, anche di Mayr fu che durante queste transizioni vi fosse semplicemente un'accelerazione del ritmo del cambiamento microevolutivo. Non era in discussione il ruolo della selezione naturale operante sul corredo genetico, semplicemente si ipotizzava che in alcune fasi la velocità del cambiamento aumentasse. Se i "tempi" dell'evoluzione potevano cambiare, i "modi" no: alla base vi era comunque una trasformazione dettata dalla pressione adattativa della selezione naturale su tutte le

popolazioni di una specie, che portava alla progressiva divergenza delle specie.

Il modello della deriva

Nella prima metà degli anni Sessanta Mayr notò che in molti episodi della storia naturale, in occasione della nascita di una nuova specie, si riscontrava un fenomeno peculiare, di natura strettamente geografica o climatica. Nell'area di distribuzione di una determinata specie, supponiamo una specie di fringuello che abita in un territorio montuoso, una piccola enclave rimasta ai margini dell'areale viene separata dal grosso della popolazione della specie a causa di una barriera geografica. Per esempio, un raffreddamento del clima produce un ghiacciaio lungo una catena montuosa e separa le due popolazioni.

I fringuelli rimasti isolati a est del ghiacciaio non possono più incontrare i loro compagni occidentali e quindi non possono nemmeno incrociarsi. Il flusso genico fra le due popolazioni si interrompe. Non potendo scambiarsi l'informazione genetica, con il passare delle generazioni le mutazioni genetiche accumulate da una popolazione sono sempre più diverse da quelle accumulate nell'altra: i due gruppi cominciano a separarsi geneticamente, vanno alla deriva l'uno rispetto all'altro. Più la popolazione iniziale che va alla deriva è piccola, più veloce sarà il ritmo di separazione genetica dalla specie madre, perché le variazioni

all'interno di gruppi ristretti si accumulano più rapidamente sotto l'effetto della selezione naturale.

Supponiamo che a est del ghiacciaio sia rimasto soltanto un piccolo gruppo di fringuelli, isolati in una vallata. Ora immaginiamo che dopo un certo lasso di tempo il clima torni a farsi mite e il ghiacciaio si ritiri: le due popolazioni di fringuelli potranno incontrarsi nuovamente. Se però il tempo trascorso è stato sufficiente a tracciare un divario genetico consistente fra le due popolazioni, quando un fringuello orientale proverà a unirsi con una consorte occidentale la loro prole sarà sterile. Questo significa che la barriera genetica fra le due popolazioni ha superato la soglia oltre la quale non è più possibile una riproduzione fertile e lo scambio genetico non è più possibile. Il fenomeno fu chiamato da Mayr "speciazione allopatrica", cioè nascita di una nuova specie in un luogo diverso dal luogo di origine. Le specie, in altri termini, nascono quando una piccola popolazione va alla deriva.

Alcune caratteristiche dei processi di speciazione allopatrica sono particolarmente importanti per il nostro argomento e suscitano l'attenzione degli studiosi. Innanzitutto, si tratta di un processo irreversibile di separazione e di moltiplicazione delle specie che potrebbe spiegare l'andamento ramificato di molte sequenze fossili di specie estinte: la "gemmazione" di una nuova specie dal tronco della specie madre potrebbe corrispondere ogni volta a un fenomeno di speciazione

allopatrica (per migrazione in un habitat limitrofo, per separazione a causa di barriere ecologiche, etc.).

In secondo luogo, la velocità del processo di separazione è direttamente proporzionale alle dimensioni della popolazione coinvolta e questo potrebbe spiegare le accelerazioni evolutive rimarcate da Simpson: pur essendo un meccanismo fedelmente neodarwiniano di accumulo di mutazioni genetiche sotto l'effetto della selezione naturale, la velocità relativa dell'evento di speciazione può variare in base al numero di individui coinvolti nella deriva.

In terzo luogo, le variazioni genetiche che conducono rapidamente all'incompatibilità riproduttiva con la specie madre non necessariamente corrispondono a una variazione proporzionale dei caratteri morfologici: magari i due fringuelli si assomigliano ancora a tal punto che non riusciamo a distinguerli, eppure non si incrociano più. Questo elemento indusse Mayr a dare una nuova e più precisa definizione del concetto di specie, che tenesse conto della soglia di divario genetico oltre la quale non vi è più incrocio fra organismi di due popolazioni. Indipendentemente dalle somiglianze o dalle divergenze morfologiche, Mayr postulò che una nuova specie nascesse ogniqualvolta tutti gli individui di una data popolazione non si incrociavano più in modo fecondo con i membri della specie madre.

L'idea che le specie sfumino gradualmente e impercettibilmente l'una nell'altra venne ridimensionata. Non è l'unico modo possibile. Con la teoria della

speciazione allopatrica Mayr trasse le opportune conseguenze di quel pensiero “popolazionale” che lo stesso Darwin aveva introdotto nella sua opera. Le innovazioni evolutive nascono all’interno di popolazioni e si propagano a partire dal successo differenziale di singoli individui “unici”. Quando una piccola popolazione resta separata dal corpo principale della specie, va alla deriva e accumula variazioni genetiche fino al superamento della soglia di inincrocio con i membri della specie madre.

L’evoluzione non è dunque la storia di singoli caratteri adattativi che si perfezionano all’interno di una singola specie per opera del filtro selettivo. È piuttosto una storia drammatica di popolazioni alla deriva, di migrazioni, di separazioni, di colonizzazioni, di competizioni fra specie: fenomeni innescati prevalentemente dall’insorgere di barriere geografiche e naturali che spezzano gli areali di distribuzione delle specie. In particolare, le alterazioni e le oscillazioni climatiche diventano decisive per spiegare molti eventi cruciali della storia naturale.

Un’ipotesi sull’evento discriminante che potrebbe aver segnato l’origine del nostro cammino evolutivo attinge proprio da questa concezione dei processi di speciazione. Potremmo scoprire di essere i figli inattesi della tettonica a placche, che non a caso fu una teoria “evoluzionistica” della superficie terrestre lungamente avversata dalla comunità dei geologi nel Novecento.

Un animaletto chiamato purgatorio

L'importanza della teoria della speciazione allopatrica fu ben presto riconosciuta anche in ambito paleoantropologico. Alcuni paleontologi cominciarono a ipotizzare una corrispondenza diretta fra le alterazioni climatiche e la diversificazione delle specie nella nostra famiglia. La teoria della speciazione allopatrica, privilegiando i meccanismi "orizzontali" (cioè ecologici, geografici e climatici) che producono le speciazioni, diede un supporto teorico a queste ricerche.

Noteremo più avanti che in almeno tre occasioni cruciali l'aumento dell'instabilità climatica coincise con le fasi di massima diversificazione della sotto-famiglia ominina e che alcune biforcazioni cruciali dell'evoluzione umana sono state introdotte proprio da cambiamenti climatici imprevedibili. La storia naturale dell'umanità sarebbe dunque caratterizzata da una stretta coevoluzione fra le specie biologiche e le nicchie ambientali diversificate alle quali esse si sono di volta in volta adattate.

Intorno a 8 milioni di anni fa il clima africano mutò profondamente, divenendo più secco e freddo. Il continente era abitato allora da diverse specie di primati superiori, lontani discendenti di una piccola scimmietta vegetariana non più grande di un roditore e chiamata curiosamente *Purgatorius*, il nostro possibile primo antenato staccatosi 70 milioni di anni fa, poco prima della scomparsa dei dinosauri non aviani, dal gruppo dei mammiferi insettivori. Da *Purgatorius* avevano avuto

origine in Africa, intorno a 35 milioni di anni fa, le prime forme di primate superiore, fra le quali l'*Egiptopithecus*, dotate di un cervello leggermente più sviluppato e forse di una vita sociale elaborata e organizzata in gruppi. Da queste si svilupperanno le specie appartenenti al gruppo dei *Proconsul*, le cui proporzioni corporee si avvicinano a quelle degli scimpanzé attuali. I *Proconsul* approfittarono del ricongiungimento del continente africano con il continente eurasiatico per colonizzare tutto il Vecchio Mondo e per diversificarsi in molti generi: fra questi, il *Kenyapithecus* in Africa, il *Dryopithecus* e poi l'*Oreopithecus* in Europa, il *Ramapithecus* e il *Sivapithecus* in Asia. Un cespuglio lussureggiante di forme “ominidi” mioceniche si irradiò in tutto il Vecchio Mondo fra 16 e 6 milioni di anni fa, dando origine agli antenati degli ominidi tuttora viventi, cioè oranghi, gorilla, scimpanzé e umani. Non si può escludere che forme pre-ominine antecedenti siano vissute anche al di fuori dell'Africa, in Eurasia, come emergerebbe dallo studio del 2017 sui denti del *Graecopithecus freybergi* trovato a Pyrgos Vassilissis in Grecia e risalente a 7,2 milioni di anni fa. Da qui però a sostenere sulla base di un singolo tratto affine agli ominini (la fusione delle radici dei premolari) che il grecopiteco fosse un nostro antenato e che quindi l'umanità è nata in Europa e non in Africa, ne passa. All'alba degli ominini in Africa, la nebbia paleontologica è ancora fitta.

Mentre il clima planetario volgeva al freddo, il continente africano fu interessato da un altro evento naturale, di origine geologica, dalle proporzioni enormi. La Rift Valley, sotto la spinta congiunta della placca africana e della placca indiana, sprofondò progressivamente creando una lunghissima frattura della crosta terrestre che ancora oggi taglia in due il continente dal Mar Rosso all'Africa meridionale. A partire da 10 milioni di anni fa si creò dunque una gigantesca barriera geografica longitudinale, lunga più di seimila chilometri e profonda migliaia di metri nel lago Tanganika, che separa l'Africa occidentale dall'Africa orientale.

I rilievi che nacquero ai bordi della spaccatura bloccarono le precipitazioni provenienti dalla fascia atlantica e il clima africano ne venne sconvolto. Mentre nelle regioni occidentali perdurò il clima umido e piovoso delle regioni equatoriali e tropicali, nella striscia rimasta progressivamente isolata a est il clima diventò sempre più secco: la foresta cominciò a ritirarsi e la vegetazione cambiò. La Great Rift Valley produsse dunque una maggiore varietà di habitat in Africa: la fitta foresta pluviale a ovest, gli imponenti altipiani dell'Etiopia e del Kenya, le valli desertiche e le praterie erbose a est.

Il mosaico dei primati che abitavano l'Africa si era nel frattempo diversificato, comprendendo il *Kenyapithecus*, il *Samburupithecus*, gli otavipitechi e altre forme scoperte recentemente. Le scimmie antropomorfe

africane isolate riproduttivamente nella fascia orientale, al riparo dalle piogge, dovettero adattarsi a un clima e a una vegetazione differenti: dagli spazi angusti, ma sicuri, della foresta pluviale al mosaico di spazi aperti delle praterie e degli altopiani stepposi. Emersero così, già nel *Kenyapithecus*, i primi deboli segnali di adattamento alle praterie erbose. Viceversa, le scimmie antropomorfe rimaste isolate nell'umido occidente africano continueranno la loro normale vita arboricola e da esse discenderanno le specie di gorilla e di scimpanzé attuali, cioè i nostri cugini più stretti.

L'ipotesi della East Side Story

Secondo il paleoantropologo francese Yves Coppens, la tettonica delle placche terrestri, generando la spaccatura del continente africano, produsse la grande biforcazione evolutiva che darà origine al nostro ceppo all'interno dei primati: si formò una barriera geografica generatrice di speciazioni e di derive evolutive. Nel contesto di questa trasformazione geologica globale e di questa differenziazione degli habitat, il bipedismo deve aver rappresentato per gli ominidi africani una riorganizzazione anatomica estremamente efficace, con un'alterazione complessiva dell'architettura morfologica dell'individuo: essa offrì un buon adattamento alla corsa in spazi aperti (con un aumento del 50% della capacità di spostamento rispetto agli scimpanzé), ma garantì una discreta flessibilità anche per comportamenti differenti (l'arrampicata e il nuoto).

L'ipotesi geografica della "East Side Story", avanzata da Coppens nel 1994 in accordo sostanziale con le teorie della speciazione biologica dovuta all'apertura di un nuovo habitat, potrebbe spiegare l'origine del bipedismo in alcune famiglie di scimmie. Finora non sono stati rinvenuti a est esemplari di antenati degli scimpanzé e dei gorilla attuali, il che confermerebbe l'ipotesi. La Rift Valley avrebbe prodotto una nicchia ecologica inedita, circondata dall'oceano Indiano da una parte e dai rilievi del Ruwenzori dall'altra. I primati superiori rimasti isolati al suo interno avrebbero dato origine a una serie di derive genetiche e di speciazioni orientate adattativamente alla sopravvivenza in spazi sempre più aperti: la dieta sarebbe diventata gradualmente onnivora e la postura si sarebbe fatta parzialmente eretta. Gli esemplari portatori di mutazioni genetiche di questo tipo si sarebbero dunque imposti sugli altri.

Tuttavia, anche se questa nuova modalità di locomozione, la cui testimonianza fossile più antica risale a una data imprecisata di 3 milioni e 750.000 anni fa, portò indubbi vantaggi sia nell'acquisizione del cibo sia nei movimenti, non significa che sia stata sufficiente a trasformare repentinamente il comportamento dei primi ominini. Anche se la tettonica a placche aveva innescato una serie di effetti a catena che non tarderanno a manifestarsi, essi rimasero scimmie a tutti gli effetti.

In una prospettiva popolazionale le innovazioni evolutive nascono nel contesto di popolazioni e di specie che evolvono, si separano, si estinguono e competono

l'una con l'altra. Un carattere adattativamente utile, come il bipedismo, viene "inventato" da una popolazione che a un certo punto si separa dalla specie madre. In un tale contesto è molto difficile stabilire esattamente quale sia stato il primo vantaggio funzionale portato dal bipedismo, se la locomozione veloce, la liberazione degli arti superiori, la termoregolazione o l'avvistamento dei predatori.

Rintracciare il primo adattamento significa ricostruire retrospettivamente la storia sulla scorta del suo esito finale: vediamo nel bipedismo un formidabile adattamento e siamo tentati di ricostruire la sua storia come se fosse stata un lungo processo "verso" quell'adattamento. In questo modo supponiamo che la storia naturale sia lo sviluppo di singoli caratteri in vista di uno scopo, e non invece il risultato (spesso imprevedibile) di un'evoluzione a mosaico derivante da dinamiche popolazionali e geografiche.

Per esempio, la comparsa del pollice opponibile allungato, che va a toccare i polpastrelli delle altre quattro dita permettendo la presa di precisione, divenne una proprietà esclusiva degli ominidi ma in precedenza era stata "sperimentata" anche da un altro primate del Miocene (*Oreopithecus bambolii*), che per motivi contingenti legati al suo habitat insulare si è estinto portando con sé questa notevole innovazione evolutiva.

Non è peraltro da escludere che l'oreopiteco avesse tentato anche una sua modalità di locomozione bipede. Alcuni milioni di anni dopo, da tutt'altra parte,

l'evoluzione ha inaspettatamente fatto il bis regalando a un altro primate la presa di precisione e il bipedismo.

Un mal di schiena perfetto

Vi era dunque qualcosa di necessario nell'emergenza del bipedismo? Si tratta di un perfetto adattamento alla savana? Un rapido sguardo alle numerose specie di quadrupedi che sopravvivono e si riproducono efficacemente nella savana dovrebbe indurre a rispondere negativamente. Se il bipedismo è una risposta adattativa degli organismi al cambiamento di habitat, non dovrebbe essere così raro e molte altre specie avrebbero dovuto adottarlo. Inoltre, osservando il comportamento degli scimpanzé attuali, gli etologi hanno notato che essi assumono provvisoriamente una postura eretta quando si stanno cibando sugli alberi, mentre prediligono l'andatura quadrupede quando si spostano al suolo (a meno che non debbano portare qualcosa di importante con le braccia). Questo significa che i primi ominidi, come in effetti confermano le analisi sui reperti di ardiritechi e di australopitecine, utilizzarono la postura eretta senza abbandonare del tutto la foresta, e non per adattarsi specificamente alla savana. Quanto al grado di "perfezione" della postura eretta, possiamo certamente dire che essa sia stata molto utile o addirittura ottimale, ma sono certo che i lettori affetti da mal di schiena, ernia del disco o piedi piatti, per non parlare delle donne che hanno provato i dolori del parto, avranno qualche ragionevole dubbio...

L'elenco delle cause prime che avrebbero dovuto innescare la postura eretta è lungo: essa permise la corsa e una maggiore flessibilità nella locomozione (anche se non è ancora appurato che l'andatura quadrupede sia meno efficace in spazi aperti); offrì la possibilità di mostrarsi ai predatori in stazione eretta, con una silhouette verticale anziché orizzontale (molto più visibile per un felino); permise agli ominini di ergersi al di sopra dell'erba e di avvistare meglio i predatori in lontananza; liberò le mani dalla locomozione, favorendo il loro utilizzo per maneggiare strumenti, per trasportare il cibo e i piccoli. Ma se la savana non fosse l'ambiente esclusivo dei primi ominini, come potrebbero reggere queste ricostruzioni?

Un'alternativa a questo stile di narrazione evolucionistica è quella di raccontare le storie senza sovrapporre a esse argomentazioni improntate all'ottimalità. Nella nostra linea evolutiva, in un certo momento della sua storia che possiamo calcolare (come vedremo) grazie alla genetica comparata, avviene una o più speciazioni che recano con sé un carattere nuovo: un'andatura mista la quale, oltre alle solite prerogative di arrampicarsi e correre a quattro zampe, prevede anche la postura eretta facoltativa. Gli ominini potrebbero aver scoperto solo in un secondo tempo le straordinarie potenzialità di questa strana (e costosa) innovazione.

Realizzatasi questa transizione evolutiva, una moltitudine di fattori adattativi simultanei può aver accelerato l'adozione di una postura eretta completa e la

sua diffusione nelle specie ramificatesi successivamente: per esempio, suggeriscono Owen Lovejoy e Tim White, il bipedismo può avere trasformato radicalmente la vita sociale degli ominini, permettendo ai maschi di portare il cibo alle femmine e a queste di avere più tempo per la procreazione.

Adottando la terminologia proposta dai paleontologi Stephen J. Gould ed Elisabeth Vrba in un saggio del 1982 dal titolo *Exaptation, a Missing Term in the Science of Form*, potremmo allora affermare che qualsiasi novità evolutiva emersa nel contesto di cause e di livelli sovrapposti dell'evoluzione, e resasi in qualche modo utile, sia un *attamento*. Fra tutti gli “attamenti” possibili vi saranno alcuni caratteri che avevano la stessa funzione attuale fin dalla loro origine e che sono stati quindi fissati all'interno della specie nello stesso contesto in cui sono adoperati oggi: essi sono stati plasmati dalla selezione naturale per la funzione attuale. Si parlerà in tal caso di normali *adattamenti*.

Quando invece un carattere è emerso in una specie per nessuno scopo utile iniziale o per una certa utilità adattativa primaria e successivamente, al mutare del contesto ecologico, è stato riutilizzato o cooptato per una funzione diversa si parlerà di *exattamento*, o in originale *exaptation*, cioè di un carattere adatto a una nuova funzione in virtù della sua forma preesistente. Gli *exaptation* sono dunque quei caratteri nati con una certa funzione e opportunisticamente convertiti per una funzione diversa nel corso dell'evoluzione.

Sulle ali dell'airone nero

In effetti, l'adattamento diretto per selezione naturale è un concetto che creò diversi problemi già a Darwin. Come egli aveva anticipato ne *L'origine delle specie*, vi sono organi di estrema complessità come le ali che non possono essere nati per svolgere fin dall'inizio la funzione per la quale sono oggi adoperati. A cosa poteva servire un abbozzo di ala? Certamente non per volare.

Molte critiche di matrice fissista giunsero a Darwin proprio a partire da questo problema. La risposta darwiniana fu che l'evoluzione poteva utilizzare alcuni organi in una prima fase per un adattamento primario e poi riadattarli per funzioni totalmente diverse.

Le penne e le piume dei proto-uccelli si sono probabilmente formate per assolvere a una funzione primaria di termoregolazione (e forse di selezione sessuale) e poi sono state riconvertite per il loro utilizzo nella complessa meccanica del volo planato e poi battuto. Per evitare le sottili connotazioni finalistiche ancora presenti nel termine "pre-adattamento" (una sorta di adattamento latente "in attesa" dell'adattamento principale), Gould e Vrba preferirono il termine *ex-attamento*, dove il prefisso *ex* indica la capacità degli organismi di trasformare a proprio vantaggio strutture già a loro disposizione.

L'intuizione darwiniana, passata poi in secondo piano nelle ricerche novecentesche, fu che alla continuità di una trasformazione morfologica per selezione (l'organo si trasforma comunque sotto l'effetto delle pressioni

selettive) non necessariamente corrispondesse una continuità progressiva della funzione, che a un certo punto può cambiare, permettendo così differenti modi di transizione funzionale. Alle spalle di questa idea di Darwin vi era una concezione della selezione naturale che permettesse una molteplicità di strategie evolutive possibili: adattamenti diretti, riadattamenti, cooptazioni funzionali a partire da strutture già esistenti.

Con questa semplice idea, si opera una scissione fra la forma e la funzione di un organo: la funzione non precede sempre la forma, determinandola. Così, l'evoluzione non appare più come il regno della necessità e di un'ottimalità adattativa di tipo quasi finalistico, ma come il risultato di adattamenti secondari e sub-ottimali, di bricolage imprevedibili. L'impiego adattativo attuale (più o meno soddisfacente) di una struttura non implica che questa sia stata costruita gradualmente e selettivamente per quell'impiego: *l'utilità attuale* e *l'origine storica* di un organo non necessariamente coincidono. L'airone nero africano utilizza le ali (a loro volta un *exaptation*) per creare in acqua un cono d'ombra nel quale attira i pesci: non un adattamento diretto dunque, ma un interessante effetto collaterale.

La nozione di *exaptation*, cogliendo il nesso fra potenzialità morfologica e produzione della novità funzionale attraverso una sorta di "assemblaggio" opportunistico, per cui l'imperfezione diventa il segno dell'azione dell'evoluzione, introduce nella storia

naturale un importante principio di ridondanza come fondamento della creatività. L'evoluzione è un processo straripante di ridondanza e l'adattamento più che un'ottimizzazione diretta è spesso un compromesso con i vincoli strutturali. La flessibilità funzionale è direttamente proporzionale alla capacità degli organismi di reagire creativamente ai cambiamenti di regole ambientali e, dato che il cambiamento di regole è la norma in un processo contingente di trasformazione, la flessibilità è direttamente proporzionale alla possibilità di sopravvivenza: come scrisse Gould, gli organismi complessi sopravvivono grazie all'imperfezione, alla molteplicità d'uso e alla ridondanza.

L'invenzione dell'ombra

Letta attraverso i processi di *exaptation*, la storia naturale appare come una coevoluzione fra organismi e ambienti, come una tessitura di interazioni fra sistemi flessibili, un bricolage opportunistico e creativo per riorganizzare il materiale disponibile. Il fatto per noi interessante è che alcuni episodi cruciali di *exaptation* hanno condizionato profondamente anche la storia dell'evoluzione umana. Siamo qui di fronte non soltanto a un allargamento teorico del concetto di adattamento nell'evoluzione umana, ma anche a una modalità alternativa di raccontare la storia naturale che ha portato alla nostra specie.

La funzione attuale può anche non essere la causa adattativa che ha prodotto una certa struttura o un certo

comportamento. È una concezione decisamente non epica e non teleologica dell'evoluzione, poiché esclude che la selezione naturale debba ogni volta plasmare o addirittura "progettare" una struttura in funzione del suo utilizzo attuale. Il sistema evolutivo acquisisce più gradi di libertà e l'evoluzione assume un carattere meno esecutivo e più creativo, più artigianale, più ingegnoso.

In tal senso, una proposta avanzata alla fine degli anni Ottanta del secolo scorso dal paleoantropologo e fisiologo inglese Peter Wheeler permise di interpretare in modo nuovo l'emergenza del bipedismo nella sottofamiglia degli ominini. Se la postura eretta è comparsa nel contesto di una speciazione avvenuta in Africa orientale ben prima di 4 milioni di anni fa, è possibile che il bipedismo sia stata una caratteristica fissata nel patrimonio genetico della nuova specie per motivi indipendenti dai pur formidabili adattamenti che abbiamo elencato prima. In particolare, per una specie che vive in un habitat misto, a metà fra le distese erbose e la foresta più profonda, e che adotta pertanto una locomozione mista o ibrida, il bipedismo potrebbe essersi rivelato utile per una funzione di termoregolazione.

Nelle fasi di esplorazione delle radure aperte e senza ombra un grande problema adattativo è quello di mantenere nei limiti fisiologici la temperatura del corpo, esposto direttamente al sole, e in particolare della testa. I quadrupedi adattati alla savana hanno sviluppato alcune opportune contromisure, che mancano negli ominini. La

“soluzione” escogitata dalla nostra tribù potrebbe essere stata diversa e, accidentalmente, foriera di grandi novità adattative imprevedute. La postura eretta diminuisce infatti drasticamente la superficie esposta al sole e garantisce un controllo efficace della temperatura corporea. Congiuntamente, gli ominini potrebbero aver perso gradualmente la pelliccia (tranne che sulla testa, almeno per le femmine e per i maschietti più fortunati...), aver sviluppato le ghiandole sudoripare e aver scurito la pelle. Il bipedismo fu dunque un adattamento perfetto per... lo stress termico causato dagli spazi aperti: chi l'avrebbe mai detto.

Con questo “ritrovato” evoluzionistico inedito, gli ominini poterono colonizzare gli spazi aperti e la savana. Un problema di dispersione del calore provocò dunque una ristrutturazione complessiva del loro piano organico. Ma pare che non fossero così impazienti di farlo, se è vero che per molto tempo rimasero ai margini della foresta per proteggersi (la savana è un ambiente decisamente stressante...). Certo, la scoperta del bipedismo diede loro un'intera cascata di ricadute adattative straordinarie, dalla locomozione alla liberazione degli arti superiori. Ma si tratta di effetti collaterali. Usando la nuova terminologia proposta da Gould e Vrba possiamo affermare che il bipedismo è nato come *exaptation* rispetto alla vita nella savana. Si affermò originariamente per funzioni termoregolatrici in un habitat misto e fu riutilizzato opportunisticamente per una serie di altri adattamenti secondari che permisero

agli ominini di sopravvivere negli spazi aperti e di sfruttarne le risorse. La dispersione del calore corporeo potrebbe essere stato l'adattamento primario acquisito dalla prima scimmia bipede, mentre tutti gli altri vantaggi, comprese le modificazioni della fisiologia femminile e le ipotetiche trasformazioni sociali che ne sono conseguite, sarebbero il frutto dei suoi potenti *exaptation*.

In altre parole, la rivoluzione biologica che diede il via al processo di ominizzazione fu una rivoluzione di flessibilità, non di specializzazione. Gli ominini impararono ad avere una molteplicità di comportamenti alternativi che li rese più plastici e adattabili a un habitat mutevole. Abbandonarono la specializzazione arboricola delle altre grandi scimmie antropomorfe per diversificare le loro strategie locomotorie e la mossa ebbe un indiscusso successo, perché dopo l'emergenza della prima forma di bipedismo non si verificarono sostanziali cambiamenti nell'evoluzione umana per quasi un milione e mezzo di anni. La flessibilità locomotoria aprì a sua volta uno spazio enorme di colonizzazione, gli spazi aperti delle praterie, e divenne una flessibilità comportamentale. Forse è per questo motivo che il bipedismo fu gradualmente accompagnato da una diversificazione della dieta: i paleoantropologi immaginano che in questa fase gli ominini abbiano cominciato a sfruttare le risorse delle praterie erbose (frutti, vegetali, tuberi...), a usare occasionalmente strumenti di legno e a cacciare piccoli animali (come

fanno gli scimpanzé), e non è escluso che cominciassero a rubare ai predatori le carcasse degli animali uccisi.

Nel complesso, l'invenzione exattativa del bipedismo diede una grande stabilità morfologica e comportamentale alla nostra famiglia. Anche se non fu la conquista epica degli spazi aperti a lungo narrata e fu anzi accompagnata dai vecchi comportamenti arboricoli ancora per molto tempo, fu comunque un buon successo. Non sarà la prima volta che incontreremo la nozione di *exaptation* nella ricostruzione della storia naturale antecedente a *Homo sapiens*. Molti episodi cruciali di tale storia sono stati caratterizzati dalla comparsa di caratteristiche fortemente "exattative", cioè ricche di implicazioni ridondanti e utili, ma indipendenti dalla causa adattativa primaria. Scopriremo che anche nella storia degli ominini la selezione naturale non ha operato con la libertà assoluta di uno scultore che modella la sua opera. L'evoluzione è piuttosto una questione di riorganizzazioni ingegnose, di riadattamenti occasionali, di imperfezioni che funzionano. In un certo senso, siamo una specie serendipica: molte volte nella nostra evoluzione abbiamo scoperto qualcosa di vantaggioso andando alla ricerca di tutt'altro...

Capitolo terzo

Un lussureggiante cespuglio di ominini: gli equilibri punteggiati dell'evoluzione umana

Il quadro che emerge dalla nuova visione dell'evoluzione umana ad uno stadio tanto antico è caratterizzato dalla varietà e da numerosi esperimenti evolutivi, la maggior parte dei quali, alla fine, fallì. Sono messi in evidenza il ruolo della speciazione e il ruolo dell'estinzione nell'evoluzione umana, portando la storia documentata degli *Hominidae* in linea con quella degli altri gruppi di mammiferi e cancellando, si spera per sempre, l'idea che nella nostra origine vi sia stato qualcosa di speciale.

Ian Tattersall, 1998

Sudafrica, 1925. Nella regione del Transvaal, nella valle di Makapansgat, un paleontologo esplora l'interno di alcune caverne calcaree ricche di reperti fossili. È sulle tracce delle prime australopitecine del sud, appartenenti alla forma molto antica definita Australopithecus africanus. In alcune grotte lo scenario che si presenta allo scopritore è sconvolgente. Mucchi di ossa accatastate ovunque, frammenti di cranio sparsi sul terreno, arti mescolati, mandibole spezzate. A un esame sommario, lo stupore cresce perché appare evidente che le ossa, tutte annerite, non appartengono soltanto a ominini, ma anche a iene, orsi, porcospini, felini e altri mammiferi. Raymond Dart, l'anatomista inglese a capo delle ricerche paleontologiche in

Sudafrica, non ha dubbi: è una scena di violenza, di sangue, di morte.

A inaugurare l'evoluzione umana, noterà Dart, sono le fiere gesta di questa "scimmia assassina", abile cacciatrice e dominatrice nell'habitat generoso dell'Africa meridionale di 2 milioni e mezzo di anni fa. Nelle distese invitanti della prateria, i grandi mammiferi cadono ai suoi piedi, vittime della sua astuzia e del suo coraggio. Li trascina nelle grotte, li macella, li divide fra i compagni, li cucina e li divora, ne accumula gli avanzi. Forse, noteranno alcuni colleghi di Dart in un'escalation da thriller, i resti di alcune ossa ominine rosicchiate e mescolate alle altre sono addirittura la prova delle prime tendenze cannibali dell'umanità: noi, scimmie assassine e antropofaghe. Spiccava in particolare il cranio di un giovane australopiteco, che suscitava angosciose riflessioni: aveva due piccoli fori nella zona occipitale. Che avessero imparato a succhiare il cervello dei loro compagni dopo averli divorati?

I primi dubbi su tale scempio di primigenia crudeltà cominciarono a emergere quando si resero disponibili tecnologie più avanzate di datazione e di valutazione dei reperti, nel secondo dopoguerra. Ci si accorse, innanzitutto, che molti cumuli di ossa non erano intenzionali, ma prodotti dagli agenti atmosferici o dalla caduta delle ossa da cunicoli aperti nel terreno sovrastante alle grotte. La colorazione nera era dovuta al manganese. I segni di rosicchio sulle ossa dei

mammiferi e degli ominini erano stati fatti dai dentini di porcospini e di altri piccoli roditori. Uno scenario decisamente più rilassante. Ma il colpo di scena cominciò a maturare alcuni anni dopo, grazie al lavoro certosino di una nuova generazione di paleoantropologi, allievi di Philip Tobias. Lee Berger e Ronald Clarke scoprirono che, in almeno un caso, i resti di un giovane australopiteco mostravano i segni di una tecnica di “cattura” inconfondibile: era stato rapito e ucciso da una grande aquila. Furono così revisionati altri ritrovamenti e il cranio bucato svelò il suo mistero: la grandezza dei fori e la distanza fra di essi corrispondevano perfettamente al morso preciso e tenace di un leopardo. Lo sfortunato cucciolo di australopiteco era stato catturato da un felino 2 milioni e 800.000 anni fa, trascinato per la testa nel nascondiglio e dato forse in pasto ai piccoli di leopardo.

Un brutto colpo per le ambizioni antropocentriche... Il temibile cacciatore era diventato la vittima, il predatore era in realtà la preda. Le australopitecine, come le scimmie antropomorfe da cui discendevano, erano spesso il bersaglio dei temibili predatori africani e dovettero certamente ricorrere ai loro vecchi rifugi sugli alberi per scampare alla cattura. Come sottolineò Steven Stanley, i paleoantropologi si sono concentrati troppo su cosa i nostri antenati mangiavano e troppo poco su chi mangiava i nostri antenati...

Variazioni sul tema “antropomorfa bipede”

Lo smacco subito dalla reputazione venatoria di *Australopithecus africanus* ci ha riportato a una delle prime forme ominine scoperte nella storia della paleoantropologia e ritenuta per lungo tempo l'anello mancante fra *Homo erectus*, di cui pure si conoscevano molti reperti già dalla fine dell'Ottocento, e le scimmie antropomorfe. Ma già dai primi passi di questa nostra veloce ricostruzione abbiamo incontrato altre specie, addirittura altri generi di ominini. L'epistemologia dell'anello mancante arranca di fronte alla diversificazione e alla complessità dei nostri sentieri evolutivi. Nonostante la scarsità di reperti riguardanti le forme ominine più antiche, come *Australopithecus anamensis* e *Ardipithecus ramidus*, le prove di convivenza e di ramificazione sono palesi.

A maggior ragione spostandoci verso tempi più recenti e verso archivi fossili ben più forniti, dovremmo trovare il segno della molteplicità laddove finora si è cercata l'uniformità di una scala lineare: ed è proprio in questo fitto intreccio di ramificazioni che stiamo per inoltrarci. Ma prima di introdurre altri protagonisti non invitati alla tavola del progresso sarà bene ricapitolare il quadro di interpretazione dell'evoluzione umana emerso negli ultimi anni.

Innanzitutto, il punto di partenza. Quando ha avuto inizio la storia? I fossili non possono ancora darci una risposta. Tuttavia, alcune importanti prove ottenute nel campo della biologia molecolare a partire dagli anni Sessanta del secolo scorso ci hanno consentito di datare

con una certa precisione l'origine del gruppo degli ominini. Nei primi anni Sessanta il biochimico americano Morris Goodman inaugurò l'antropologia molecolare, cioè lo studio delle parentele genetiche fra specie differenti, e rivoluzionò la classificazione delle scimmie antropomorfe: la comparazione (realizzata confrontando le proteine del siero) suggeriva che l'uomo era più vicino agli scimpanzé e ai gorilla africani di quanto tutti e tre non fossero vicini al ramo asiatico degli oranghi (un'intuizione già di Darwin, poi abbandonata). Con questo studio pionieristico, troppo a lungo sottovalutato, si apriva una fase di collaborazione inedita fra la paleoantropologia e la biologia molecolare che porterà negli anni seguenti, nonostante qualche diffidenza iniziale della comunità scientifica, a risultati rivoluzionari.

Nel 1967 i biochimici Allan Wilson e Vincent Sarich fecero un passo ulteriore. Applicarono una metodologia analoga (la comparazione era fatta questa volta sulle mutazioni genetiche nelle strutture proteiche del sangue) per datare la separazione fra le scimmie antropomorfe e i primi ominini. Era la prima applicazione del cosiddetto "orologio molecolare", cioè il calcolo della data di separazione fra due specie a partire dalla misurazione delle differenze genetiche accumulate per deriva. L'ipotesi era ardita ma suggestiva: se le mutazioni genetiche, come pare, si accumulano con un ritmo uniforme dopo che due specie si sono separate l'una dall'altra, potremo definire la velocità dell'accumulo di

tali cambiamenti differenziali; misurando la quantità di mutazioni diverse presenti in due specie attuali potremo allora calcolare con una certa precisione il tempo trascorso dalla loro separazione.

Se fra due specie si accumulano cento mutazioni ogni milione di anni e comparando i due corredi genetici troviamo seicento mutazioni, vorrà dire che le due specie si sono separate circa 3 milioni di anni fa. Un'idea semplice, con implicazioni di vastissima portata. Naturalmente tutto sta nell'accordarsi sulla regolarità del ritmo di mutazione e sulla velocità con la quale le mutazioni si accumulano nel tempo: se si premette che la velocità di cambiamento è bassa, il tempo si allunga; se la velocità è alta si accorcia.

L'orologio molecolare applicato a scimpanzé e uomo segnò una data di circa 5 milioni di anni, poi aggiornata con tecniche di comparazione diretta delle mutazioni genetiche del Dna e dell'Rna. Si trattava di un tempo molto più ristretto dei 25 milioni di anni supposti ai tempi della teoria del *Ramapithecus*. Nel 1982, dopo quindici anni di ricerche e di accesi dibattiti sull'effettiva regolarità del ritmo delle mutazioni misurate dall'orologio molecolare, la datazione fu fissata intorno ai 6,5-7 milioni di anni. Oggi le stime, condotte con orologi molecolari molto più raffinati e ben calibrati, hanno ridotto leggermente questo arco di tempo, stabilendo un intervallo di separazione fra il ramo degli scimpanzé e gli ominini compreso tra i 5 milioni e 600.000 e i 6 milioni e 800.000 anni, un risultato in

sostanziale accordo con i dati paleontologici e con la datazione provvisoria del *Sahelanthropus tchadensis* scoperto nel 2002 (che sarebbe dunque vicinissimo al punto di divergenza).

La genetica racconta, in sostanza, che 7 milioni di anni fa successe qualcosa nel ramo degli antenati degli scimpanzé, quel qualcosa che Coppens ha cercato di spiegare attraverso l'ipotesi della East Side Story: probabilmente a seguito di una o più speciazioni connesse alla separazione di una parte delle scimmie antropomorfe a est della Rift Valley, iniziò la diversificazione (quantomeno genetica) fra le altre scimmie antropomorfe e gli ominini. La tettonica delle placche terrestri ci mandò "alla deriva", creando forse una famiglia di scimmie esploratrici come Toumai che si espansero in altre regioni del continente.

Dopo il *Sahelanthropus* troviamo i cinque individui appartenenti alla forma *Orrorin tugenensis*, l'ominino dell'Africa orientale vecchio di 6 milioni di anni scoperto nel 2001. Nello stesso anno l'equipe di Tim White dissotterrava i resti della sottospecie più antica di *Ardipithecus ramidus*, datata fra i 5 milioni e 200.000 e i 5 milioni e 800.000 anni. A parte questi tre eccezionali ritrovamenti, i paleoantropologi sono arrivati a una discreta conoscenza della famiglia ominina fino e non oltre i 4 milioni di anni e il tipo di storia che i fossili hanno raccontato assomiglia poco a una favola di inevitabile progresso lineare.

È evidente infatti che l'abitudine alla separazione e alla convivenza stabile è radicata nella nostra evoluzione fin dai primi tempi. *Ardipithecus ramidus* e *Australopithecus anamensis* sono due forme coeve e distinte, che si dividono il territorio per almeno un milione di anni in Africa orientale. Dalla seconda sembra aver avuto origine il ceppo assai stabile di *Australopithecus afarensis* le cui datazioni conosciute vanno dai 3 milioni e 900.000 ai 3 milioni e 200.000 anni: una proprietà interessante di questa specie diffusa in tutta l'Africa orientale (Laetoli dista 1500 chilometri da Hadar) è che le caratteristiche degli esemplari più antichi sono pressoché identiche a quelle degli esemplari che precedono l'estinzione.

Nel frattempo in Africa meridionale, da prima di tre milioni di anni fa, troviamo la forma *Australopithecus africanus* scoperta da Dart nel 1924 e riconosciuta come tale nel 1948, ora spogliata dall'aura tenebrosa di scimmia assassina. Questo ominino del sud assomiglia molto agli *afarensis* nella conformazione del volto e del cranio, mentre la corporatura è lievemente più gracile e la capacità cranica è talvolta superiore. Le datazioni di solito più giovani di *africanus* rispetto a Lucy e alla prima famiglia avevano consolidato negli anni scorsi l'ipotesi che questa forma ominina fosse una discendente di *afarensis*, un ramo meridionale di australopitecine che non ha dato origine a discendenza. Tuttavia, nel 1998, il ritrovamento di uno scheletro completo di *africanus* da parte del paleontologo Ronald Clarke, nel sito di

Sterkfontein, ha scompaginato nuovamente le datazioni: esso risale a 3 milioni e mezzo di anni fa, un'epoca che lo colloca in contemporanea e non in successione rispetto ad *afarensis*. Un'altra sovrapposizione cronologica, un altro rebus dentro il cespuglio degli ominini: chi ha dato origine a chi?

Molti indizi anatomici confermarono che anche *A. africanus* aveva adottato un comportamento misto: era pienamente bipede, ma viveva ancora in ambienti di foresta, usava liane e si arrampicava frequentemente sugli alberi. È pertanto probabile che *A. afarensis* e *A. africanus* siano due forme cugine di australopitecine, adattate a due ambienti leggermente diversi e divisesi in tempi antichi. Anche se l'idea che si tratti di una specie unica con due sottospecie regionali non è ancora tramontata, secondo Ian Tattersall non è da escludere, al contrario, che nei siti di *A. africanus* sia presente almeno una seconda forma di australopiteco, poiché la variazione morfologica riscontrata nei reperti è molto alta e difficilmente riconducibile a una sola forma, un ragionamento che potrebbe essere valido anche per *A. afarensis*. In effetti anche Dart aveva diviso *A. africanus* in due specie, coniano per la seconda l'affascinante nome di *Australopithecus prometheus*, l'australopiteco domatore del fuoco. Secondo Steven Stanley, furono proprio l'andatura mista e la flessibilità comportamentale a favorire la stabilità evolutiva delle australopitecine e il loro dominio del territorio africano

orientale per il milione e mezzo di anni che precede l'arrivo del genere *Homo*.

Le ipotesi che si confrontano attualmente sulle relazioni filogenetiche delle australopitecine sono accomunate dall'idea che l'andatura bipede mista abbia permesso a queste specie di migrare lentamente da una regione all'altra all'interno dell'Africa. Secondo Bernard Wood si può supporre che il ramo degli *africanus* si sia staccato dagli *afarensis* per migrazione intorno a 3,6 milioni anni fa, spostandosi verso sud e colonizzando il ricco habitat dell'Africa meridionale. Lee Berger è dell'avviso opposto: egli ritiene che *africanus* sia la specie principale e che migrando verso nord abbia dato i natali prima ad *afarensis* (un ramo collaterale) e poi a *Homo habilis*: uno scenario definito, in scherzosa polemica con i tifosi dell'Africa orientale, "South Side Story".

In effetti, l'ipotesi della "East Side Story" che abbiamo delineato nel capitolo precedente ha subito un colpo abbastanza pesante a causa del ritrovamento di forme ominine in una zona molto a ovest della Rift Valley. Nel 1995 lo stesso Yves Coppens, insieme a Michel Brunet, presentò alla comunità scientifica i pochi reperti di un'australopitecina che abitò l'attuale regione del Ciad fra 3,5 milioni e 3 milioni di anni fa, quindi tremila chilometri a occidente della Rift Valley. Le caratteristiche di questa specie, chiamata *Australopithecus bahrelghazali* dal nome arabo della località di rinvenimento, sono molto vicine a quelle di

afarensis, solo leggermente più moderne. L'ipotesi filogenetica più plausibile è che sia strettamente imparentato con gli *afarensis* e che si sia staccato da essi a causa di una migrazione verso ovest. Non tutti concordano, ma questa spiegazione potrebbe essere ancora compatibile con la teoria della East Side Story: le prime forme ominine potrebbero essersi formate a oriente della spaccatura e poi essere migrate in parte verso sud attraverso gli altipiani (*A. africanus*) e in parte verso ovest attraverso la foresta (*A. bahrelghazali*). Certo, la scoperta del *Sahelanthropus* nel 2002, in una zona vicina a quella del *bahrelghazali* ma con datazioni che sfiorano i 7 milioni di anni, dimostra che questa attitudine allo spostamento deve essersi fissata nei comportamenti degli ominini in tempi antichissimi, altrimenti l'ipotesi della East Side Story cade e deve essere sostituita da un'ipotesi di evoluzione multiregionale dei primi ominini (nati forse in tre zone contemporaneamente: in Africa orientale, centrale e meridionale).

Ora, anche senza contare i tracciati delle possibili espansioni africane delle varie australopitecine, la tassonomia delle forme ominine sta diventando davvero impegnativa: al momento siamo a sette specie antiche distinte (*Sahelanthropus tchadensis*, *Orrorin tugenensis*, *Ardipithecus ramidus*, con la sottospecie *ramidus kadabba*, *Australopithecus anamensis*, *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus* e *Australopithecus bahrelghazali*), suddivise in almeno due generi (genere

Ardipithecus e genere *Australopithecus*). Le variazioni sul tema biologico “antropomorfa bipede” cominciano ad assumere un andamento virtuosistico. Ma siamo solo agli inizi...

Goodbye missing link!

Le sorprese non erano finite. Nel 1998, dopo un'accurata analisi durata più di otto anni, Tim White annunciò che una serie di reperti fossili, rinvenuti nella valle dell'Awash in Etiopia e risalenti a circa 2 milioni e mezzo di anni fa, non potevano essere attribuiti a nessuna specie nota di australopitecina a causa di alcune caratteristiche morfologiche uniche che le distinguono sia da *africanus* che da *afarensis*. La specie, che presenta una conformazione facciale più arcaica di quella di *africanus* e una dentatura più forte rispetto ad *afarensis*, è stata chiamata da White *Australopithecus garhi*, che nella lingua afar significa proprio “sorpresa”.

È molto significativo che il nome di un ominino per la prima volta rispecchi una visione evolutiva improntata all'imprevedibilità! Rappresenta in un certo senso la presa d'atto che la scoperta di nuove specie ominine può scardinare da un momento all'altro le costruzioni teoriche valide fino al giorno prima: il cespuglio degli ominini è da ridisegnare ogni volta, è da riscrivere come una storia dai molteplici finali. La fedeltà a un modello astratto di progressione ha lasciato il posto alla meraviglia, alla contingenza, alla pluralità di percorsi evolutivi.

In effetti *garhi* è “sorprendente”, perché rappresenta una miscela unica di caratteri primitivi e di caratteri promettenti. *Garhi* ha un cervello scarso, di dimensioni non superiori a uno scimpanzé, ma al contempo i suoi arti inferiori hanno caratteristiche fortemente innovative: praticamente le sue gambe sono quelle che ritroveremo nel genere *Homo*. Ha il femore allungato di un *Homo erectus*.

Secondo White, in *garhi* prende forma effettivamente il “modello” anatomico che darà origine al genere *Homo* e la specie si colloca pertanto a metà fra *afarensis* e *Homo habilis*. Non è da escludere, addirittura, che *garhi* avesse cominciato a utilizzare le mani per costruire i primi strumenti litici, come parrebbe dal ritrovamento, nello stesso periodo e nella stessa zona in cui viveva *garhi*, di ossa di mammiferi con i segni della raschiatura da oggetto in pietra. L'associazione sicura fra i due tipi di reperti non c'è, ma quelle grotte non erano frequentate da molti altri ominini... Se la teoria fosse confermata, *Homo habilis* perderebbe il primato a cui deve il nome e la fama, per cederlo a un'australopitecina etiopica con il cervello da scimpanzé e la postura da umano. Davvero una bella sorpresa, cui seguiranno altre.

Come se non bastasse, nel luglio del 2001 apparve su “Nature” la notizia del ritrovamento di un altro ominino dalle caratteristiche radicalmente eccentriche, che potrebbe rivoluzionare ulteriormente la filogenesi del cespuglio ominino nella fase di proliferazione intorno ai 3-2,5 milioni di anni fa. Anche questa specie

meriterebbe un nome adeguato alla sua imprevedibilità. La scoperta, che porta ancora il nome di Meave Leakey, è stata fatta sulla sponda occidentale del Lago Turkana, da dove è emerso il cranio di un ominino vissuto 3 milioni e mezzo di anni fa in una zona ricca di vegetazione e non ascrivibile ad alcuna specie nota.

Anche in questo caso la mistura di elementi arcaici e di elementi moderni è senza precedenti: un'altra forma ominina con un *complexus* di proprietà anatomiche inedite. La calotta cranica ospita un encefalo non più grande di quello di uno scimpanzé e la dentatura presenta molari piccoli e spessi, ma la morfologia della faccia è notevolmente moderna, vicinissima alle caratteristiche che assumerà nel genere *Homo*. Il prognatismo è molto ridotto sia nella parte alta del viso sia sotto il naso: quindi non soltanto l'utilizzo di strumenti, ma anche la riduzione dell'angolatura della faccia potrebbe essere emersa in tempi antecedenti alla nascita del genere *Homo*.

Questo modello anatomico ibrido ha convinto Meave Leakey a escludere la sua appartenenza sia al genere delle australopitecine sia al genere degli ardipitechi: una scelta coraggiosa, accolta con favore da molti paleoantropologi. La scienziata ha coniato per questo nuovo commensale del grande banchetto della diversità ominina il nome di "uomo del Kenya con faccia piatta", cioè *Kenyanthropus platyops*. Se la scoperta verrà confermata, vorrà dire che nel periodo compreso fra 3 milioni e mezzo e 2 milioni e mezzo di anni fa sono

convissute in Africa almeno sette specie ominine appartenenti a tre generi diversi: ardirpitech, australopitech e keniantropi. Un paesaggio filogenetico veramente affollato, nel quale convivono non solo specie diverse ma generi (cioè collezioni di specie imparentate) differenti. Ricomporre il quadro delle discendenze di una specie dall'altra è un compito sempre più arduo.

Il narcisismo e la volontà di ripagare tante ore di duro lavoro di scavo fanno sì che chi scopre una nuova forma tenda naturalmente a darle la massima importanza (insistendo su alcune caratteristiche anziché altre) e a collocarla nella linea principale del cespuglio, cioè quella da cui avrà origine il genere *Homo*. Qual è il ramo fertile e quali sono i rami secchi? Chi è nostro antenato e chi no? Difficile a dirsi.

Comunque sia, una rapida occhiata d'insieme al groviglio di specie finora scoperte dovrebbe bastare per dire addio al paradigma dell'anello mancante. In un cespuglio così fitto non possiamo più trovare anelli mancanti, poiché non esiste più una sequenza lineare di incremento delle facoltà "pre-umane" che conduca dall'antenato più antico fino a *Homo sapiens*. Troveremo soltanto ramificazioni dentro altre ramificazioni. La ricerca di una via maestra dell'evoluzione umana svanisce insieme all'ipotesi tradizionale della "singola specie". E la storia diventa molto più avvincente...

Nel 2015 il computo delle specie di australopitecine si arricchì di un nuovo attore: dall'area di Woranso-Mille,

nel centro della depressione dell'Afar in Etiopia, sono emersi i resti fossili di una nuova specie ominina, battezzata *Australopithecus deyiremeda*, risalente a un periodo compreso fra 3,3 e 3,5 milioni di anni fa, proprio la stessa fase di Lucy. Anche la zona è quella di Lucy (solo 35 km di distanza). Insomma, una grande diversità di specie ominine convissero in Africa orientale in questa fase cruciale dell'evoluzione umana, in stretta prossimità geografica. Da tale esuberante sperimentazione morfologica emersero, con modalità ancora tutte da chiarire, i primi antenati del nostro genere.

Sediba, l'australopitecina che non ti aspetti

A tutto ciò si aggiunge la bellissima scoperta – fatta nel 2008 nella grotta sudafricana di Malapa a nord di Johannesburg – di un nuovo ominino identificato dal paleoantropologo Lee Berger della University of the Witwatersrand come un probabile discendente ramificatosi da *Australopithecus africanus* fra 3 e 2,4 milioni di anni fa, ma che visse in epoche più recenti in parallelo con i primi *Homo* e con le ultime australopitecine settentrionali come *Australopithecus garhi*.

La combinazione unica di caratteri primitivi (da australopitecina) e di caratteri che permangono poi in *Homo* ha impedito agli scopritori di assegnare i resti così ben conservati di Malapa a una specie già esistente: ne è stata dunque battezzata una nuova, *Australopithecus*

sediba (che nella lingua locale significa “sorgente”). Un altro ramoscello fa il suo debutto nell’albero intricato dell’evoluzione umana. Il giovane maschio e la femmina adulta – ai quali si aggiungeranno presto altri due individui scoperti nello stesso sito, anch’essi morti cadendo dentro la grotta dall’alto e rapidamente sepolti – presentano un puzzle di tratti in prevalenza tipici di *Australopithecus africanus* (la capacità cranica di 420 cc soltanto, le dimensioni ridotte del piano corporeo generale, le lunghe braccia) mescolati però a innovazioni “da *Homo*” (le pelvi più moderne da abile bipede, la dentizione più minuta, zigomi meno pronunciati). Queste ultime potrebbero essere adattamenti convergenti – comparsi cioè sia in queste australopitecine sia nei primi *Homo*, indipendentemente, a seguito di analoghi cambiamenti ambientali e di alimentazione – oppure essere l’indizio eclatante per candidare *Australopithecus sediba* come antenato comune del genere *Homo*. In effetti, è la più recente australopitecina mai rinvenuta finora e quella che condivide più caratteri derivati con *Homo*. Ma gli scienziati sono ancora divisi fra le due ipotesi.

Se venisse confermata la seconda, ovviamente caldeggiata dagli scopritori, vorrebbe dire che i primi *Homo* si sono ramificati dai rappresentanti più antichi dei *sediba*, i quali poi persistono per centinaia di migliaia di anni in contemporanea con le loro specie figlie. Gli intervalli di tempo calcolati con tre differenti metodi di datazione attribuiscono infatti

all'*Australopithecus sediba* un'epoca molto recente, intorno a 1,95 milioni di anni fa. Ciò però non esclude di per sé che si tratti invece di un ramo collaterale di australopitecine meridionali sopravvissute molto a lungo per conto loro, mentre altrove comparivano i primi *Homo*. Qualunque sarà la risposta, qui si vede benissimo come l'evoluzione sia fatta di antenati comuni, di discendenti cugini, di popolazioni con storie ecologiche locali, di ramoscelli, estinzioni, convivenze parallele: nulla a che vedere con una sequenza lineare di “anelli mancanti”.

Come chiosarono efficacemente Berger e colleghi nel loro articolo su “Science”: “I reperti di Malapa dimostrano che la transizione evuzionistica da un ominino di dimensioni ridotte e forse più adattato a stili di vita arboricoli (come *Australopithecus africanus*) a un ominino dal corpo più slanciato e pienamente bipede terrestre (come *Homo erectus*) è avvenuta con una modalità a mosaico”. Una transizione, dunque, con più specie conviventi coinvolte, ciascuna portatrice di adattamenti e di un mix di caratteri unici, e forse senza una singola innovazione cruciale a fare da marchio distintivo (come si poteva evincere dalla sola espansione del cranio).

In conclusione, sul piano tassonomico in questa fase evolutiva si attesta addirittura una convivenza di specie sparpagliate fra almeno tre generi diversi. Nel susseguirsi di ramificazioni e di bivi adattativi che compongono il nostro mosaico evolutivo degli ultimi sei

milioni di anni, sembra non essere proprio mai successo che il vessillo dell'umanità fosse eroicamente imbracciato da una specie solitaria.

Il conto complessivo ci dice che siamo arrivati finora a undici specie ominine, divise in tre generi. Ma i più attenti ricorderanno che abbiamo citato anche altre forme scoperte negli anni Settanta del secolo scorso, chiamate *robustus* e *boisei*. Che fine hanno fatto?

I robusti: un quarto genere di ominini

Abbiamo scritto nel primo capitolo che un dato inquietante rispetto alla linearità dell'evoluzione umana era già emerso negli anni Trenta con la scoperta, in Etiopia, di una forma dalla corporatura molto massiccia denominata provvisoriamente *Australopithecus robustus*. Essa risultava stranamente in coabitazione con la forma *africanus*. Se ricordate, la versione "robusta" dell'australopiteco, per non intralciare la marcia uniforme del progresso di una specie per volta, era stata marginalizzata ed era diventata il primo caso registrato di "binario morto" dell'evoluzione umana. Altri paleoantropologi avevano ipotizzato che le forme robuste fossero i maschi e le forme gracili le femmine di un'unica specie caratterizzata da un forte dimorfismo sessuale.

Il tentativo di distinguere un ramo principale dai binari morti che non hanno fatto la storia del nostro successo divenne sempre più difficile. I binari morti divennero troppo numerosi, soprattutto riguardo alle versioni

“robuste” di ominini. Si è già detto che durante gli scavi nella gola di Olduvai Louis e Mary Leakey avevano scoperto, negli anni Sessanta, una forma orientale di *Australopithecus robustus*, strettamente imparentata a esso, datata 1,8 milioni di anni fa e definita prima *Zinjanthropus boisei* (dal nome del finanziatore dello scavo) e poi *Australopithecus boisei*. Il cranio di *boisei* apparve subito estremamente robusto, con una cresta sagittale sulla volta cranica molto accentuata, per sostenere i muscoli dell'apparato masticatore, e una fortissima dentatura. Molto tempo dopo, nel 1985, il figlio Richard liberava dal terreno un cranio ben conservato di una forma robusta che aveva vissuto 2 milioni e mezzo di anni fa nei pressi del lago Turkana, soprannominato “black skull”.

Le caratteristiche robuste di questi nuovi reperti apparvero così accentuate da rendere molto debole l'ipotesi di una variazione sessuale all'interno della stessa popolazione: i confini di una singola specie non potevano contenere una tale gamma di differenze morfologiche. Ad alcune migliaia di chilometri di distanza, già negli anni Quaranta i siti sudafricani dove sono stati studiati i reperti di *Australopithecus africanus* avevano restituito anche i resti di un'altra forma ominina con forti caratteristiche di robustezza e con la faccia larga. Robert Broom li aveva iscritti nella specie dei “quasi-uomini robusti”, cioè *Paranthropus robustus*, una dizione che accomunerà tutti i ritrovamenti successivi fino a oggi.

Le somiglianze fra queste forme robuste di ominini, rinvenute in siti molto distanti gli uni dagli altri (dall’Etiopia al Kenya, al Sudafrica), sono marcate: la dentatura, con grossi e larghi molari, ha le caratteristiche di specializzazione tipiche di una dieta esclusivamente vegetariana; le ossa sono più spesse e pesanti; il volume cranico è ridotto; l’andatura è bipede o mista. Il volto concavo e prognato doveva apparire assai simile a quello degli attuali gorilla, con una mascella poderosa per frantumare semi e radici, nonché una muscolatura massiccia su tutto il corpo.

Questi tratti distintivi di tipo anatomico e adattativo hanno indotto alcuni paleoantropologi a classificare le forme robuste in un nuovo genere, cioè in una collezione di specie separata dal genere *Australopithecus* e chiamato *Paranthropus*. Le tre forme sono state così riclassificate nella famiglia sempre più numerosa degli ominini: *Australopithecus robustus* (cioè “black skull” e altre forme etiopiche scoperte da Coppens già nel 1967) è stato ribattezzato *Paranthropus aethiopicus* (il capostipite dei parantropi, con caratteristiche molto vicine ad *afarensis*); *Australopithecus boisei* è stato ribattezzato *Paranthropus boisei*; mentre le forme meridionali sono state chiamate *Paranthropus robustus* (confermando il nome dato loro da Broom).

Si tratta di una classificazione indicativa, che presto sarà aggiornata con l’arrivo di nuovi protagonisti. Ci sono infatti molti siti, in Sudafrica, ricchi di resti fossili appartenenti al genere *Paranthropus* e ancora da

decifrare. Anche le origini filogenetiche dei parantropi dalle australopitecine sono oggetto di discussione. Come forse avrete intuito, i sostenitori della East Side Story, come Donald Johanson, propendono per una derivazione primaria dei parantropi da *afarensis* in Africa orientale, mentre i sostenitori della South Side Story preferiscono una ramificazione dei parantropi da *africanus*.

Il conto delle specie e dei generi sale ulteriormente. Non abbiamo ancora superato la soglia dei 2 milioni e mezzo di anni, non è ancora comparso il genere *Homo* e già la famiglia ominina conta ben 14 specie distinte, suddivise in quattro generi. Una tale diversità di forme stride ormai radicalmente con la gabbia concettuale del progresso lineare: i quattro gradini classici verso la perfezione di *Homo sapiens* sono andati in frantumi e al loro posto troviamo una selva di ominini ramificati e dispersi in un areale molto ampio. Se confrontata con gli andamenti “a cespuglio” di molti altri mammiferi, la nostra evoluzione non sembra avere nulla di speciale.

Questa naturalizzazione del modello dell'evoluzione umana, gravida di conseguenze assai interessanti per la collocazione dell'umanità nella natura e per una diversa concezione della relazione fra l'uomo e l'ambiente, è figlia di una trasformazione profonda della biologia evoluzionistica avviata nei primi anni Settanta, quando la teoria della speciazione allopatrica di Mayr venne estesa a molti processi di diversificazione evolutiva.

Senza questo aggiornamento della teoria evoluzionistica non avremmo gli strumenti per concepire

e per interpretare i cespugli di diversificazione dei mammiferi e, fra questi, il cespuglio degli ominini.

I trilobiti della East Coast

La scoperta della molteplicità di forme ominine, in molti casi vissute contemporaneamente in suolo africano per centinaia di migliaia di anni, rappresentava davvero uno scacco per le concezioni progressioniste. Il dogma della presenza di una sola specie ominina per volta cadeva sotto i colpi delle evidenze empiriche. L'evoluzione umana assomigliava sempre più ai sentieri tortuosi e ramificati che caratterizzano tutti i diagrammi evolutivi dei mammiferi e gli scienziati cominciarono ad applicare la teoria ecologica della speciazione all'intero cespuglio degli ominini. Come nel processo verificatosi in occasione della "East Side Story", essi ritennero plausibile che in ogni evento di ramificazione all'interno del nostro cespuglio fosse avvenuta una speciazione allopatrica o un evento analogo.

Rimaneva tuttavia inevasa un'importante questione, relativa ai tempi di tali speciazioni. Abbiamo visto che una strategia di sottovalutazione dei dati paleontologici, attestanti la presenza di frequenti episodi di brusco cambiamento negli alberi evolutivi, era stata quella di ipotizzare che in alcune occasioni l'evoluzione di una specie, sotto l'effetto della selezione naturale, potesse subire delle accelerazioni di ritmo. Il meccanismo dell'evoluzione rimaneva sempre lo stesso, cambiava soltanto la velocità relativa.

La teoria della speciazione allopatrica introdusse rispetto a questa strategia un elemento nuovo: un evento geografico isolava una piccola porzione della popolazione e portava alla nascita di una nuova specie. Questo processo poteva realizzarsi in tempi molto brevi. Non si trattava più di un'accelerazione della velocità all'interno di un processo selettivo, ma di una divergenza repentina introdotta da un fattore esterno.

Il merito di avere connesso questa intuizione, presente *in nuce* nella teoria della speciazione allopatrica, con la realtà dei dati paleontologici fu di due allievi di Ernst Mayr, Niles Eldredge e Stephen J. Gould. I due giovani paleontologi, nel corso delle loro prime ricerche sul campo nella seconda metà degli anni Sessanta, avevano notato che le specie osservabili non sembravano affatto sfumare l'una nell'altra impercettibilmente né sembravano accelerare improvvisamente un ritmo di cambiamento altrimenti uniforme. La documentazione geologica mostrava ai loro occhi due fenomeni complementari: le specie mostravano lunghi periodi di generale stabilità, durante i quali subentravano pochissimi cambiamenti morfologici, solcati da brevi periodi di cambiamento durante i quali comparivano repentinamente nuove forme. Le specie sembravano spuntare rapidamente come funghi, per poi rimanere uguali a se stesse per milioni di anni, salvo poi estinguersi spesso con la medesima rapidità del loro arrivo. Questo schema non gradualista era davvero il

frutto perverso di una scarsa e inaffidabile documentazione? O c'era dell'altro?

La chiave della svolta era già racchiusa nell'idea di speciazione allopatrica. Nel 1971 Niles Eldredge pubblicò i risultati di uno studio molto esteso e approfondito su migliaia di esemplari di trilobite, appartenenti a due specie diverse, rinvenuti nello stato di New York e nel Midwest. Il primo dato che colpì la sua attenzione fu la persistente stabilità evolutiva delle due specie. Nel Midwest i trilobiti rimasero identici a se stessi per otto milioni di anni, per essere poi sostituiti improvvisamente da esemplari con una piccola modificazione nella struttura degli occhi (composti non più da diciotto file di lenti ma da diciassette file). Nei siti dello stato di New York l'andamento era analogo: la prima specie con diciotto file di lenti domina per un tempo lunghissimo, finché si assiste alla transizione rapidissima alla nuova forma con diciassette file di lenti. Per sua buona sorte, Eldredge riuscì a trovare anche alcuni esemplari coetanei ma appartenenti a specie diverse, segno che vi era stato un breve periodo di transizione in cui le due specie erano vissute insieme.

Qual era la piccola e preziosissima storia dei trilobiti della East Coast? Una storia di stabilità interrotta da brevi periodi di cambiamento: nell'areale di New York la specie originaria si biforca e dà origine per speciazione a una nuova forma, di maggior successo anche se dotata di una modificazione morfologica minima, che in breve tempo sostituisce la precedente e

dopo alcuni milioni di anni colonizza anche il lontano areale del Midwest. È dunque la storia di una speciazione allopatrica rapida e fortunata, che interrompe un lungo periodo di stabilità nella vita dei trilobiti. È un racconto di speciazioni improvvise, di competizione per le risorse, di colonizzazioni e di estinzioni.

Gli equilibri punteggiati

Un anno dopo, insieme al collega Stephen J. Gould, che era giunto alle medesime conclusioni studiando la diversificazione di alcune specie di chiocchie terrestri, Eldredge diede alle stampe un articolo che segnerà la storia della biologia della seconda metà del Novecento, dal titolo *Punctuated Equilibria: An Alternative to Phyletic Gradualism*. Secondo la teoria degli equilibri punteggiati la storia naturale non è sempre riconducibile a un modello di crescita graduale, continuativa e cumulativa, ma talvolta è riconducibile a un modello di stabilità morfologica duratura “punteggiata” da episodi di brusco cambiamento, durante i quali si decidono la vita, la morte e la reciproca sostituzione delle specie.

Grazie alla teoria degli equilibri punteggiati la paleontologia tornò a essere una disciplina “affidabile”, poiché le ramificazioni rapide e i lunghi periodi di apparente inattività che caratterizzano la vita delle specie furono finalmente intesi alla lettera e non come imperfezioni provvisorie dei reperti. Fu così che negli anni settanta i paleontologi riesaminarono i loro dati con

uno spirito del tutto nuovo. La nozione di “equilibrio punteggiato” fu ulteriormente raffinata, specificando meglio l’intreccio di dinamiche ecologiche e dinamiche genetiche che produce la speciazione. Oggi sappiamo che una percentuale effettivamente alta di innovazioni morfologiche avviene in coincidenza con episodi di speciazione. Peraltro, non è necessario che si instauri una totale separazione fisica fra due popolazioni, giacché le suddivisioni interne alla popolazione (dovute per esempio a modificazioni comportamentali nel reperimento delle risorse e nell’accoppiamento) possono creare unità demografiche distinte che tendono a frammentare l’omogeneità genetica della specie.

Il merito di aver compreso la necessità di introdurre la teoria degli equilibri punteggiati nello studio dell’evoluzione umana fu del paleoantropologo Ian Tattersall, allora responsabile del Dipartimento di Antropologia dell’American Museum of Natural History di New York, fra i maggiori esperti mondiali di primatologia, collega e amico di Niles Eldredge. Proprio con Eldredge, Tattersall pubblicò nel 1982 un libro polemico dal titolo *I miti dell’evoluzione umana*, nel quale attaccava il modello gradualista e lineare dell’evoluzione umana ancora dominante a dieci anni dalla formulazione della teoria degli equilibri punteggiati. L’intento dell’opera era quello di riportare l’immagine dell’evoluzione umana alla realtà della documentazione paleontologica, ormai colma di anomalie e di divergenze rispetto al modello scalare. Era

necessaria, scrissero Eldredge e Tattersall, una svolta interpretativa radicale nello studio dei fossili di ominini.

Oggi molti dati convergono nel delineare un'immagine "puntuazionista" dell'evoluzione umana del tutto simile a quella delle altre famiglie di mammiferi. Le specie sono emerse a causa della trasformazione di piccole popolazioni rimaste isolate in nicchie ambientali caratterizzate da ripetute frammentazioni di habitat, a loro volta causate dall'instabilità climatica ed ecologica.

Questi eventi di ramificazione "punteggiarono" le linee di discendenza che altrimenti tendevano a rimanere stabilmente adattate ai loro habitat originari. Ne risultò un paesaggio di molteplici forme viventi organizzate "a cespuglio", senza un tronco principale, con specie più longeve e specie passeggera, con alcune linee stabili e poco prolifiche che convissero con linee di discendenza molto ramificate, con periodi di rapida diversificazione in tutte le linee e periodi di estinzione trasversale. Il fatto che numerose specie convivano durante la stessa epoca e anche sullo stesso territorio diventa una conseguenza normale del modello puntuazionista.

Cespugli a fisarmonica: l'ambiguità del concetto di specie

Il cespuglio degli ominini sembra dunque abitato da una molteplicità di specie. Ma cosa sono esattamente le specie in ambito paleontologico? Perché un esemplare di *Australopithecus afarensis* appartiene a una specie diversa rispetto a un esemplare di *Australopithecus*

africanus? Non potrebbero essere due popolazioni diverse della stessa specie? O, viceversa, ciò che classifichiamo come una singola specie non potrebbe nascondere in realtà due o più?

In effetti, abbiamo discusso a lungo di specie e di speciazioni, ma non ci siamo soffermati adeguatamente su questo importante concetto della biologia evolutiva. Il fatto è che questa incertezza corrisponde ancora alla realtà scientifica: nonostante la sua familiarità, non è ancora ben chiaro quali siano i confini precisi che delimitano una specie da un'altra e tale questione è della massima importanza per la paleoantropologia. Le specie sono la categoria principale dell'analisi paleontologica, sono il pane quotidiano per biologi evolutivi, ecologi e naturalisti. La credibilità del modello a cespuglio dipende strettamente dal tipo di definizione che diamo del concetto di specie. Vediamo perché.

Ricapitolando le grandi tappe del pensiero biologico moderno emergono tre definizioni differenti di "specie". Nella tradizione scientifica pre-evoluzionistica la natura era suddivisa in forme atemporali che corrispondevano ai gruppi di organismi morfologicamente simili che erano stati osservati e classificati dai primi naturalisti. Le specie erano quindi le essenze eterne inscritte dal Creatore nel disegno della vita, i "tipi" fondamentali e idealizzati di cui era costituita la materia vivente.

Questa visione tipologica della specie viene respinta dalla teoria dell'evoluzione darwiniana, secondo la quale le unità discrete da cui ha origine il cambiamento

evolutivo sono gli individui singoli, nella loro unicità, e non le specie. Queste ultime perdono relativamente di importanza, poiché una specie nell'ottica darwiniana non è altro che una collezione di organismi in qualche modo simili, ma in fase di lenta trasformazione e diversificazione. Le specie diventano etichette con le quali identificare provvisoriamente una popolazione di individui in evoluzione. Ai paleontologi non rimase dunque altra scelta che fissare di volta in volta un confine convenzionale, spesso coincidente con una "interruzione" della documentazione fossile. Fino agli anni Sessanta le specie mantennero questo statuto effimero: sequenze evolutive interrotte casualmente dalle lacune della documentazione geologica.

La teoria della speciazione allopatrica deriva da una terza definizione di specie, che si distingue chiaramente sia dalla concezione tipologica predarwiniana sia dalla concezione nominalistica darwiniana. Secondo la definizione biologica datane da Ernst Mayr, si definisce "specie" un insieme di popolazioni di organismi "riproduttivamente chiuso", cioè la più ampia popolazione entro la quale sia possibile l'incrocio fertile fra individui. Detto in altro modo, il confine di una specie è dato dal limite oltre il quale non vi è più flusso genico fra individui. Quando un sottoinsieme della popolazione originaria si stacca a tal punto che nessun organismo della specie figlia riesce più a incrociarsi con organismi della specie madre, oppure incrociandosi dà origine a una prole ibrida sterile (come fra cavallo e

asino), gli zoologi possono ragionevolmente supporre che sia nata una nuova specie.

La definizione biologica di specie ha rivoluzionato il modo di studiare e di classificare le specie negli ultimi decenni, perché ha sostituito la somiglianza anatomica come criterio di base per l'individuazione di una specie. Due popolazioni di organismi pressoché identici possono infatti appartenere a due specie diverse e, viceversa, gruppi di organismi diversi morfologicamente possono in realtà rientrare nella stessa specie: il criterio di base diventa la compatibilità riproduttiva e la misura della differenza fra due specie è data dal loro divario genetico. Tuttavia, tale definizione non ha semplificato la vita di zoologi e tassonomisti perché la compatibilità riproduttiva è una proprietà difficile da verificare con sicurezza. Le differenze anatomiche esteriori erano molto comode da valutare: se invece non c'è una corrispondenza diretta fra il divario morfologico e il divario genetico il mestiere di chi deve classificare si complica.

Benché la definizione biologica possa essere utile per molte specie viventi, è ancor più difficile riconoscerla nella documentazione paleontologica. Questa incertezza nell'individuazione di un confine preciso per le specie è alla base delle controversie sulla validità del modello a cespuglio per spiegare il ritmo e i modi dell'evoluzione umana. La stessa ambiguità coinvolge ovviamente la definizione di quale sia esattamente il confine fra i generi, cioè l'ordine immediatamente superiore alle

specie: vi è chi, come Mayr, predilige una connotazione ecologica (per genere si intende un gruppo di specie imparentate adattate allo stesso ambiente) e chi preferisce altresì una più stretta connotazione genetica (per genere si intende soltanto un gruppo monofiletico di specie che condividono lo stesso antenato).

La definizione biologica di Mayr non scioglie tale incertezza. Per capirne le ragioni, analizziamo intuitivamente due atteggiamenti tassonomici estremi. Se diamo un'interpretazione lasca del confine fra le specie, è possibile che alcune delle specie ritenute ramoscelli laterali e indipendenti nel cespuglio degli ominini siano da ricondurre a un'unica specie: in tal caso, il nostro cespuglio subirebbe una vigorosa potatura e il numero di specie individuate crollerebbe (attitudine "lumper", cioè di chi raggruppa in poche specie). Si tratterebbe in sostanza di un numero limitato di specie in evoluzione, con molte sottopopolazioni locali diverse. Se diamo invece un'interpretazione restrittiva del confine fra specie potremo ipotizzare un maggior numero di speciazioni ramificate indipendenti: ne deriverà l'immagine di un lussureggiante cespuglio, ricco di forme ominine indipendenti vissute contemporaneamente sullo stesso territorio (attitudine "splitter", cioè di chi spezzetta il record fossile in molte specie). La calibratura tassonomica del concetto di specie modifica quindi il modello evolutivistico risultante.

Nel corso del Novecento, ha notato Ian Tattersall, le preferenze dei paleoantropologi hanno oscillato due volte fra i due estremi. In una prima fase, il richiamo a criteri di distinzione esclusivamente morfologici creò una vera e propria inflazione in stile *splitter* di nomi e di specie ominine: a ogni nuova scoperta, soprattutto in Sudafrica e in Asia, le differenze morfologiche individuate sembravano supporre l'esistenza di una specie nuova e ben presto l'albero dell'evoluzione si ritrovò affollato di denominazioni e sigle confuse. In alcuni periodi il catalogo dei nostri antenati sembrò un bestiario medioevale: *Australopithecus prometheus*, *Paranthropus crassidens*, *Plesianthropus transvaalensis*, *Pithecanthropus modjokertensis*, *Telanthropus capensis*, *Titanohomo mirabilis*, e tanti altri fantasiosi nomi. Negli anni Quaranta, il successo del programma progressionista introdusse però una drastica semplificazione della tassonomia ominina, raggiungendo il postulato estremo di ritenere impossibile la compresenza persino di due specie coeve.

La storia raccontata in questo libro rappresenta una seconda oscillazione, non di ritorno alla confusione iniziale, ma di diversificazione e di moltiplicazione delle forme ominine. La difficoltà maggiore consiste nel valutare la quantità di speciazioni che effettivamente si sono realizzate all'interno del cespuglio. Secondo Eldredge e Gould le speciazioni sono piuttosto rare e "punteggiano" occasionalmente lunghi periodi di stabilità. A parere di Tattersall, invece, la

diversificazione in popolazioni locali è sempre stata sufficientemente alta per generare molte specie geneticamente isolate, anche se le differenze morfologiche riscontrabili nella documentazione fossile sono minime. Questa valutazione nasce dal confronto fra il nostro cespuglio e gli altri cespugli dei primati, dove si riscontra in effetti questa alta variabilità intraspecifica. Se i nostri parenti più prossimi si sono comportati in questo modo in ambienti simili, non si vede perché gli ominini debbano aver fatto diversamente.

Se misuriamo la differenza morfologica complessiva fra *Homo sapiens* e le scimmie antropomorfe da cui discende (una differenza consistente, anche solo in termini di ossa e di denti) e la dividiamo per la differenza morfologica media che esiste fra due specie di primati strettamente imparentate (una differenza di solito piccolissima) otteniamo un numero molto alto di speciazioni necessarie per produrre il divario fra noi e le antropomorfe. Se questa congettura statistica fosse corretta, nel nostro cespuglio dovrebbero essersi verificate molte altre speciazioni che ancora non conosciamo. Forse, molti ramoscelli sono ancora nascosti nelle pieghe oscure della nostra evoluzione e reclamano un riconoscimento.

La storia della nostra famiglia è stata probabilmente molto più ricca di eventi e di protagonisti di quanto non si fosse mai pensato. Il fatto che sia sopravvissuto un solo ramoscello dentro questo fitto dedalo di speciazioni non dovrebbe accrescere il senso di predestinazione con

cui abbiamo spesso studiato l'evoluzione umana, ma indurre a un doveroso rispetto per la straordinaria (e fortunata) unicità del nostro percorso evolutivo. Negli intricati cespugli dell'evoluzione raramente sopravvive una sola specie terminale.

A fronte di un divario morfologico accentuato, sappiamo dalla biologia molecolare che la differenza genetica fra noi e le scimmie antropomorfe, come abbiamo visto nel secondo capitolo, è davvero piccolissima. Questa discrasia fra morfologia e genetica può essere spiegata soltanto se ammettiamo che, nel corso delle speciazioni, piccoli mutamenti genetici possano aver innescato trasformazioni morfologiche di considerevole portata.

Vedremo che questa spiegazione sarà utile per comprendere alcune svolte cruciali dell'evoluzione umana successiva, in particolare quando una minuscola mutazione genetica altererà i processi di regolazione dello sviluppo, regalando a una ristretta popolazione di australopitecine l'elisir di lunga vita.

Capitolo quarto

Figli dell'età dei ghiacci:

la nascita “catastrofica” del genere *Homo*

Benché possa apparire sorprendente, io attribuisco l'inizio dell'età glaciale – e quindi l'origine del genere umano – a un evento geologico regionale che, se non fosse per queste conseguenze maggiori, sembrerebbe assai banale in una prospettiva globale. Questo evento fu il sollevamento di uno stretto ponte di terra tra due continenti dall'altra parte dell'oceano rispetto al luogo di nascita africano di *Homo*. Come risultato di questa modesta e lontana costruzione geologica, una cascata di profondi cambiamenti negli oceani e nei climi si propagò per il mondo intero. L'implicazione fastidiosa di questa catena di cause è che noi umani non esisteremmo se non ci fosse stata questa piccola e bizzarra stravaganza nella dinamica della crosta terrestre.

Steven Stanley, 1996

Non dovremmo essere qui, in questo momento. Solo una congiura di elementi atmosferici, di effetti geologici e climatici a catena, di remote implicazioni connesse all'orbita e alla rotazione della Terra su se stessa, ha benignamente concesso la nostra comparsa. Nel bel mezzo del cespuglio degli ominini, un lungo inverno africano annunciò l'arrivo di Homo, figlio dell'Istmo di Panama, dell'alterazione delle correnti del Golfo e dell'assetto instabile del sistema solare.

Il genere delle australopitecine occupava l'Africa orientale e meridionale da quasi due milioni di anni

conservando uno stile di vita e una morfologia molto stabili. Le scimmie bipedi sembravano aver acquisito un ottimo adattamento misto, a metà fra la foresta e le distese erbose. Avevano una dieta prevalentemente vegetariana, con qualche apporto occasionale di carne sottratta ai predatori. Si arrampicavano sugli alberi frequentemente e agilmente, soprattutto di notte e in presenza di minacce. Dalla tomografia sulle sue ossa, nel 2016 si è scoperto che Lucy morì, 3,18 milioni di anni fa, cadendo per 12 metri da un albero. Del resto, a quel tempo una veloce arrampicata sul tronco più vicino era l'unica salvezza dalle fauci del Dinofelis, dell'Homotherium e del Megantereon, i mostruosi felini pleistocenici. Camminando sugli arti inferiori le australopitecine potevano percorrere discrete distanze in avanscoperta, evitando l'eccessiva esposizione al sole. La loro vita era opportunamente divisa fra il mondo arboricolo e il mondo della savana. Erano creature di frontiera, sospese fra due epoche e due habitat.

Il loro era un compromesso evolutivo ben riuscito fra adattamenti arboricoli e adattamenti terrestri. A dire il vero, essi erano leggermente sub-ottimali sia rispetto alla vita arboricola (giacché il loro stile di arrampicata non era efficace come quello degli scimpanzé, e forse proprio Lucy ne fece le spese) sia rispetto alla vita al suolo (non potevano correre a lungo), eppure la strategia mista di sopravvivenza fu di grande successo, garantendo loro due milioni di anni di stabilità. Per

questo è piuttosto difficile immaginare le australopitecine “protese” verso il genere umano. Stavano benissimo dov'erano, nella loro parziale imperfezione, sulla soglia fra due mondi africani. Non avvertirono l'esigenza di evolversi gradualmente verso una morfologia in qualche modo “più umana” e meno scimmiesca, come testimoniano la stagnazione del volume cerebrale, la scarsità di utensili in pietra e la conservazione di uno stile di vita misto. In altri termini, a dispetto dell'abitudine di considerare le grandi “conquiste” dell'umanità in un crescendo inarrestabile, l'acquisizione del bipedismo non innescò direttamente né la crescita del volume cerebrale né lo sviluppo di una tecnologia di manipolazione della pietra.

Per comprendere il mistero di questa ostinata conservazione dell'esistente occorre tenere presente che le ricostruzioni dell'evoluzione umana hanno cominciato a considerare il vero protagonista della storia soltanto da pochi anni: il clima. Le specie biologiche, comprese le flessibili australopitecine di frontiera, tendono a rimanere stabili in assenza di perturbazioni esterne o di modificazioni degli habitat. Finché la geofisiologia planetaria non si fece risentire per la seconda volta, molto tempo dopo la formazione della Rift Valley, le australopitecine vissero indisturbate nella loro nicchia.

Poi, 2 milioni e mezzo di anni fa, un drastico abbassamento delle temperature planetarie sconvolse nuovamente le relazioni ecologiche. Era cominciata

l'era delle glaciazioni. A causa di una perturbazione globale delle correnti oceaniche prodotta dalla deriva dei continenti, grandi distese di ghiaccio cominciarono a formarsi nell'emisfero settentrionale, scendendo verso latitudini più basse a intervalli regolari. La formazione dell'Istmo di Panama aveva infatti avuto fra le sue conseguenze quella di impedire che le correnti calde dell'Atlantico entrassero nel Mare Artico mitigandone la temperatura. La calotta polare cominciò allora a espandersi. Le lingue di ghiaccio si allungarono nell'oceano Atlantico, mandando alla deriva iceberg giganteschi. Durante i picchi di massima glaciazione, gran parte dell'Europa centrale e del continente nordamericano furono sommersi da una spessa coltre gelata. A partire da 2 milioni e mezzo di anni fa l'evoluzione umana dovette fare i conti con queste fluttuazioni climatiche regolari e cicliche, probabilmente connesse alle oscillazioni dell'asse di rotazione della Terra su se stessa e attorno al Sole.

Nel tessuto di interdipendenze che ha abbracciato insieme l'evoluzione cosmologica, biologica, ecologica e umana, le glaciazioni artiche ebbero un impatto decisivo anche sulla lontana Africa. Il raffreddamento delle acque di superficie oceaniche, durante i periodi di massima espansione dei ghiacci, modificò la direzione dei venti e la distribuzione delle precipitazioni su tutto il pianeta. In alcune regioni esse aumentarono, in altre diminuirono. Il clima africano divenne più secco, il Sahara si espanse, i laghi si ritirarono e le zone al

limitare delle foreste si inaridirono progressivamente. Il livello dei mari si abbassò di quasi cento metri. La foresta pluviale venne intaccata, anche nella fascia equatoriale a ovest della Rift Valley. Nella zona orientale, a maggior ragione, la savana rubò spazio alla foresta, aprendo grandi distese aride o erbose. Gli habitat africani vennero frammentati, isolando piccole popolazioni periferiche. Per molte forme animali fu l'inizio della fine, per altre una grande occasione. Dai margini, dalle periferie delle specie stavano per nascere nuovi protagonisti.

Il cespuglio degli ominini, come ogni altro cespuglio di mammiferi africani, ne risentì. La fascia di confine fra foresta e prateria svanì, lasciando molte scimmie bipedi in balia dei predatori. Il mondo delle australopitecine era al tramonto, ma dalla catastrofe emersero le condizioni per un nuovo inizio...

Scimmie di prateria

Da dove venivano gli ominini che daranno origine al nostro ramoscello evolutivo? Per rispondere dobbiamo fare un piccolo passo indietro. Torniamo alla proliferante nomenclatura che abbiamo lasciato nel capitolo precedente. Siamo fermi a 14 specie divise in quattro generi. Ma se la memoria non ci inganna, avevamo già accennato al fatto che negli anni Sessanta Louis Leakey aveva scoperto in Africa orientale il reperto fossile di un ominino (risalente a 1,8 milioni di anni fa) che non apparteneva al genere *Australopithecus*

e che presentava alcune caratteristiche più vicine alle nostre. Per questo era stato classificato come appartenente a un nuovo genere, il genere *Homo*. Si trattava di *Homo habilis*, precursore del nostro genere e a lungo ritenuto primo ominino artefice di strumenti litici. Le specie salgono dunque a 15 e i generi diventano cinque.

Il genere *Homo* è più vecchio del previsto. Le datazioni attuali di *Homo habilis* arretrano fino a superare addirittura i 2,8 milioni di anni fa, data in cui appaiono anche i più antichi strumenti litici associati a *Homo*. Una mandibola di *H. habilis*, ritrovata nel 2015 nel sito etiopico di Ledi-Geraru, è stata infatti retrodatata a 2,8 milioni di anni fa e conferma la notevole variabilità morfologica della specie. Una coabitazione davvero affollata e prolungata quella tra primi *Homo*, australopitecine e parantropi, se pensiamo che quasi un milione di anni dopo, in Sudafrica, ancora sopravviveva una forma del genere *Australopithecus* (cioè *A. sediba*). Questo significa che se tracciamo una linea lungo il diagramma che rappresenta il cespuglio degli ominini in corrispondenza con la fascia che va da 3,5 a 2 milioni di anni fa incontriamo almeno 11 specie appartenenti a quattro generi diversi: troviamo le australopitecine (senz'altro gli *africanus* e gli ultimi *afarensis*, più *A. garhi*, *A. bahrelghazali*, *A. deyiremeda* e il tardo *A. sediba* in Sudafrica), il keniantropo, i parantropi (*robustus*, *boisei* ed *aetiopicus*) e infine *Homo habilis*.

È la più grande coabitazione mai riscontrata nella famiglia ominina e la complessità dei ritrovamenti di quest'epoca è ancora lontana dall'essere sbrogliata dai paleoantropologi. In molti siti coevi in Tanzania e in Kenya si ritrovano, mescolati e confusi, resti di ominini simili ad australopitecine, resti di ominini robusti e resti di *Homo habilis*. La pancia del cespuglio è un puzzle difficile da ricomporre, ma sappiamo ormai per certo che in Africa, 2,5 milioni di anni fa, numerose specie differenti, appartenenti a quattro generi separati, abitavano un territorio esteso dall'Eritrea fino alla punta del Sudafrica. Erano forme diverse fra loro, probabilmente adattate a una molteplicità di nicchie ambientali differenziate ma in molti casi a stretto contatto l'una con l'altra. Si andava dal *boisei* con le sue grandi mascelle da gorilla alle gracili sorelline di Lucy, fino al più raffinato *Homo habilis*: un bestiario di specie distinte, ma tutte iscritte regolarmente all'albo dei nostri "potenziali antenati".

La presenza di più specie nello stesso territorio fu accolta faticosamente dagli ecologi, poiché si è sempre ritenuto che la lotta per la sopravvivenza impedisse a due specie parenti di convivere nel medesimo habitat. Oggi sappiamo però che specie simili possono adottare comportamenti e stili di vita molto diversi, anche adattandosi allo stesso habitat: non c'è mai una sola strategia ottimale di sopravvivenza. Sappiamo inoltre che l'habitat dell'Africa orientale e meridionale era un mosaico frastagliato di nicchie ecologiche diversificate.

È dunque comprensibile che una specie ominina abbia dato origine a una o più specie discendenti che hanno poi convissuto insieme per lungo tempo prima che la specie madre si estinguesse. Tali estinzioni possono essere dovute a una competizione interspecifica per le risorse, ma non è necessario.

Che cosa può avere prodotto una simile esplosione di forme? Una radiazione adattativa si innesca di solito quando l'habitat originario di una famiglia biologica subisce una drastica modificazione che lo porta a frammentarsi in una molteplicità di microhabitat differenziati, oppure quando nuove popolazioni colonizzano un arcipelago o comunque un insieme di nicchie distinte. Tale processo aumenta la probabilità che vi siano speciazioni all'interno di una popolazione. Il tasso di ramificazione aumenta e produce una proliferazione di forme.

L'instabilità climatica ha caratterizzato tutte le epoche dell'evoluzione umana. In particolare, i paleoantropologi hanno appurato che un'ulteriore alterazione dell'habitat degli ominini sembra essere occorsa intorno ai 2,8-2,6 milioni di anni fa, a causa dell'abbassamento della temperatura a livello globale. Si pensa che all'inizio dell'era delle glaciazioni in 200.000 anni le temperature medie della Terra siano scese di almeno dieci gradi centigradi. Le calotte polari subirono una notevole espansione, il livello degli oceani scese e nelle zone tropicali ed equatoriali il clima si fece più secco. Nell'Africa orientale il processo di rarefazione della

foresta e di espansione delle praterie erbose fu accelerato dalla glaciazione. Il calo delle precipitazioni inaridì il terreno e comparve, adesso sì, l'habitat tipico della savana attuale.

Secondo la paleontologa della Yale University Elisabeth Vrba, che studia l'influsso dei cambiamenti climatici sull'evoluzione, questa perturbazione ambientale fu paragonabile a quella indotta dalla formazione della Rift Valley e portò a un'esplosione di forme evolutive in diverse famiglie di mammiferi, in particolare fra le antilopi e i roditori. Le antilopi adattate agli ambienti chiusi della foresta diminuirono, mentre le antilopi di prateria si diffusero e si diversificarono rapidamente. Gli ominini, in un certo senso le “scimmie bipedi di prateria”, non furono da meno. È probabile che in tale contesto di ulteriore inaridimento sia cessato il comportamento misto, fra vita della foresta e vita della savana, che le australopitecine avevano prediletto fino ad allora. L'habitat arboricolo si restrinse ulteriormente, le praterie di transizione (al limitare della foresta) preferite dalle australopitecine scomparirono ed è possibile che siano emerse le prime forme ominine adattate quasi esclusivamente agli spazi aperti.

Gli effetti del raffreddamento produssero lo spostamento e la frammentazione degli habitat tradizionali, innescando nelle famiglie di mammiferi un impulso di avvicendamento che Vrba ha definito “turnover pulse”, cioè una fase di rapide estinzioni seguite da speciazioni. Quando la perturbazione

climatica e ambientale è moderata, infatti, le specie tendono a conservare i loro adattamenti e si limitano a spostarsi insieme ai loro habitat: esse vanno all'inseguimento delle loro nicchie ecologiche (*habitat tracking*) per non dover subire modificazioni. Le specie migrano insieme alla loro comunità ecologica per poter rimanere uguali a se stesse, un po' come la Regina Rossa in *Alice nel paese delle meraviglie* che deve continuare a correre per restare ferma rispetto al mondo circostante. In alcune occasioni, però, la perturbazione ecologica è così forte e rapida da non permettere l'*habitat tracking*. Le specie non riescono a stare al passo, soprattutto quelle più specialiste, e rimangono intrappolate in habitat per loro insoliti. Molte si estingueranno, mentre alcune riusciranno ad adattarsi alle nuove nicchie ecologiche e si diversificheranno.

Vrba ritiene che i due maggiori *turnover pulses* dell'evoluzione ominina siano avvenuti 5 milioni di anni fa e 2,5 milioni di anni fa, a seguito di raffreddamenti del clima. Prima di congedare il glorioso e rassicurante ambiente originario della nostra famiglia biologica sarà bene allora ricordare che lo stile di vita misto era durato più di 2 milioni di anni, un adattamento decisamente stabile. L'eroica conquista della savana, mito fondatore della paleoantropologia, dovette attendere un bel pezzo prima di essere (prudentemente) portata a termine. Gli ominini, come ogni altra forma animale, preferirono conservare i loro adattamenti migliori finché possibile, ma senza precludersi la possibilità di sperimentare nuovi

comportamenti. Questa flessibilità li favorì quando ulteriori fasi di instabilità climatica li obbligarono a modificare le loro strategie di sopravvivenza.

Inoltre, nel quadro della transizione adattativa, gli esemplari di *Homo habilis*, pur nella loro marcata differenziazione adattativa, non sostituirono le forme di australopitecine e di parantropi ma convissero con queste. Con il tempo si crearono due “modelli” di adattamento alternativi allo stesso ambiente frammentato: il modello *Homo*, con dieta onnivora, strumenti litici e cervello gradatamente più voluminoso, e il modello “parantropo”, con dieta vegetariana coriacea specializzata e corporatura massiccia.

Una speciazione fra le tante diede origine a un genere che avrebbe avuto più fortuna degli altri quattro. La traccia lasciata dai fossili di ominini dell’Africa in età glaciale sembra dunque rappresentare un cespuglio nel cespuglio: l’evoluzione procede attraverso eventi multipli di speciazione ed estinzione; la base del cespuglio ramificato si allunga seguendo una molteplicità di traiettorie evolutive; insieme alle possibili speciazioni da alcuni rami collaterali (da cui la nascita di nuovi cespugli potenziali, come quello dei parantropi), si assiste anche a una “decimazione” di molte traiettorie evolutive intraprese. Lo sconvolgimento climatico introdotto dalle glaciazioni ridusse probabilmente lo spazio di manovra del genere *Australopithecus*, esponendo i suoi membri sempre più deboli e isolati a un altissimo rischio di predazione.

L'estinzione era alle porte, anche se come abbiamo visto *Australopithecus sediba* in Sudafrica resistette fin oltre i 2 milioni di anni fa.

La resistibile ascesa di homo faber

L'origine precisa del genere *Homo* è una delle questioni maggiormente dibattute oggi in ambito paleoantropologico. Come abbiamo visto, raccapezzarsi nel cespuglio intricato di forme ominine presenti in Africa intorno a due milioni di anni fa è veramente difficile e la ricostruzione esatta della filogenesi di una specie è diventata un'impresa improba. Tradizionalmente, fin dalle prime dispute negli anni Settanta, si fronteggiano sull'argomento due correnti di pensiero, che corrispondono anche a due "scuole" di paleoantropologi geograficamente distinte: da una parte la scuola sudafricana, guidata da Lee Berger, che propende per una discendenza di *Homo habilis* da *Australopithecus africanus*, con un qualche ruolo di *A. sediba* (che però è più recente di mezzo milione di anni rispetto alle prime forme di *early-Homo*) dall'altra i paleontologi che lavorano in Africa orientale, come Tim White, maggiormente propensi ad assegnare ad *Australopithecus afarensis* e *Australopithecus garhi* la paternità del nostro genere.

Secondo Berger gli australopitechi *anamensis*, *afarensis* e *garhi* si collocano in una grande ramificazione laterale che comprende anche i parantropi, mentre *Australopithecus bahrelghazali* prima e *Homo*

habilis dopo deriverebbero dalla linea principale rappresentata da *Australopithecus africanus* e *A. sediba*. Secondo Bernard Wood e Tim White, al contrario, i parantropi e *africanus* sono derivazioni secondarie da *afarensis*, che in un secondo tempo dà origine alla forma *Australopithecus garhi* da cui discenderebbe infine *Homo habilis*. La scoperta di *A. sediba* nel 2008 sembra aver spostato l'attenzione più verso il Sudafrica, ma il dibattito è aperto e autorevoli paleoantropologi come Chris Stringer si spingono fino a ipotizzare un'origine multipla, in più aree, del genere *Homo*.

Qualunque sia la sua terra di origine, se le accoglienti grotte dell'Africa meridionale o gli altopiani attorno alla Rift Valley, la scimmia di prateria che ha suscitato più interesse è stato proprio *Homo habilis*, perché si è sempre pensato che essa abbia dato origine alla discendenza di *Homo sapiens*. Le caratteristiche di *habilis* sono apparse subito molto promettenti agli scopritori. Gli arti inferiori si allungano, le ossa diventano più leggere, il prognatismo diminuisce, il volume cranico aumenta di una volta e mezzo (negli esemplari più recenti) rispetto a quello delle australopitecine, il palato si arrotonda e la dentatura rivela una dieta certamente mista. Inoltre, i siti di *habilis* sono ricchi di schegge di pietra molto affilate, ottenute colpendo abilmente ciottoli di selce con un percussore.

Era nata la prima specie "tecnologica", capace cioè di modificare intenzionalmente e di modellare un oggetto in funzione della sua applicazione futura e seguendo una

procedura pianificata di lavorazione? Nulla esclude che in tempi precedenti altre specie abbiano utilizzato strumenti di legno o di osso (alcune prove di questo comportamento sono state individuate in siti di parantropi e di australopitecine) oppure strumenti di pietra non lavorati, come sassi appuntiti o altro. È possibile che *Australopithecus garhi* avesse già imparato a utilizzare occasionalmente strumenti in pietra per raschiare la carne dalle ossa delle carcasse. Ma la grande sorpresa è arrivata nel 2015 e un altro paragrafo dei manuali sull'evoluzione umana è da riscrivere.

Sulla sponda occidentale del lago Turkana, in Kenya, nel sito Lomekwi 3, è stata scoperta una complessa e diversificata industria litica la cui datazione oscilla intorno ai 3,3 milioni di anni fa, cioè 700mila anni prima dei più antichi strumenti in pietra finora rinvenuti e attribuiti al Modo 1 o tecnologia olduvaiana. Non sappiamo chi li abbia costruiti e usati, ma da quelle parti in quel periodo, fra radure aperte e zone di foresta, circolavano ominini pliocenici come *Kenyanthropus platyops*, oltre alle australopitecine come *A. afarensis*. Quindi, o il genere *Homo* è ancora più antico e sfonda i tre milioni di anni, il che sarebbe davvero sorprendente (ma mai dire mai in paleoantropologia), oppure i primi ominini abili nel fabbricare utensili sono stati gli antenati del genere *Homo*. In ogni caso, non possiamo più dire che *habilis* è la prima specie tecnologica e dal 2015 dobbiamo aggiungere una nuova fase tecnologica, precedente ai tre milioni di anni fa, battezzata

“Lomekwiano”, peraltro priva di indizi di parentele con l’olduvaiano successivo.

Nel cespuglio degli ominini, in qualche specie tra 3,3 e 2,8 milioni di anni fa, nasce la prima “cultura”, il primo sistema comportamentale complesso costituito da conoscenze sulle proprietà dei materiali da usare, da abilità manuali nel cogliere i punti di frattura della pietra, da capacità di coordinamento senso-motorio per non ferirsi durante la lavorazione, da competenze nella trasmissione del sapere ai giovani del gruppo. I nostri antenati avevano cominciato a maneggiare oggetti e a trasformarli in vista della loro utilizzazione futura, avevano cominciato a costruirsi un modello mentale della loro “creazione”, insomma avevano cominciato a immaginare...

La lavorazione della pietra non era un’attività occasionale. Gli *H. habilis* avevano individuato i siti vicini ai fiumi in cui reperire le pietre migliori e le trasportavano ai loro rifugi per scheggiarle con calma. Ciò implica attitudini spiccate per l’organizzazione sociale, la previsione e la pianificazione. Con le schegge affilate gli ominini potevano macellare facilmente le loro prede, quasi sicuramente non cacciate da loro stessi ma da altri predatori. Facevano a pezzi le carcasse abbandonate dai felini, scacciando altri animali spazzini e cibandosi della carne rimasta e soprattutto del prezioso e nutriente midollo. Un comportamento decisamente meno nobile e romantico di quello del cacciatore astuto e coraggioso, ma più confacente alla fragilità di una

piccola scimmia bipede adattatasi ai pericolosi spazi aperti della savana grazie alle sue doti avanzate di interprete dei segni della natura. Per scovare una nuova pista, per seguire una traccia, per individuare un sito ricco delle pietre giuste per la lavorazione occorre infatti una “visione” complessiva del proprio ambiente, un’architettura di associazioni mentali che strutturi nell’universo cognitivo dell’ominino una mappa interiore del proprio territorio.

Un primate da primato?

Intorno a 2,5-2 milioni di anni fa, dunque, l’Africa orientale e meridionale pullulava di forme ominine che convivevano su territori limitrofi. Erano già passati più di 3 milioni di anni dall’inizio della nostra storia e il solco evolutivo fra le specie ominine e le scimmie antropomorfe si era ulteriormente approfondito. La loro anatomia e i loro sistemi fisiologici si erano ormai differenziati in modo sostanziale. Ma cosa possiamo dire della loro intelligenza? Gli ominini che si contendevano le risorse nell’Africa di allora erano in qualche modo più intelligenti dei loro antenati scimmieschi?

Abbiamo messo in discussione le ricostruzioni progressioniste dell’evoluzione umana fino alla comparsa del genere *Homo*, ma forse la nascita della prima specie costruttrice di strumenti in modo sistematico innesca davvero un processo di avanzamento irreversibile verso l’intelligenza umana, un’ascesa verso la perfezione della nostra condizione, come pensava

Louis Leakey. La metafora del progresso funziona almeno da *Homo* in poi? A parte il fatto che la tecnologia di *habilis* fu probabilmente preceduta da molti tentativi ed errori in altre specie, a ben guardare la storia mostra di essere assai più intricata. Se da un lato è plausibile che la transizione cognitiva introdotta da *Homo habilis* lo allontani decisamente dalle altre scimmie antropomorfe, è pur vero, dall'altro lato, che l'organizzazione sociale degli *habilis* è stata sopravvalutata nelle prime ricostruzioni archeologiche.

Anche la parte più alta della scala del progresso, quella che prevedeva i tre gradini di *habilis*, *erectus* e *sapiens*, era destinata a crollare. Oggi sappiamo che l'evoluzione del genere *Homo* fu caratterizzata fin dagli inizi dalla diversità e dalla ramificazione di forme. Forse *Homo habilis* non fu l'unica specie fondatrice del nostro genere. Nello stesso periodo viveva infatti in Africa orientale almeno una seconda specie del genere *Homo*, scoperta già nel 1972 da Richard Leakey nel sito di Koobi Fora sul lago Turkana (un tempo chiamato lago Rudolf) e denominata *Homo rudolfensis* da Valerii Alexeev nel 1986.

L'epoca dei reperti di *Homo rudolfensis* va da 2,4 a 1,9 milioni di anni fa: potrebbe essersi quindi staccato da uno degli altri generi subito dopo o insieme ad *habilis*, che peraltro mostra una variabilità morfologica tale da poter nascondere forse anche altre specie. *H. rudolfensis* presenta una capacità cranica interessante (oltre i 750 cc), ma è soprattutto la faccia piatta, allungata e

ortognata a essere sorprendentemente moderna. Le caratteristiche avanzate del palato e del volto hanno convinto Meave Leakey a classificare *H. rudolfensis* come il discendente diretto del *Kenyanthropus platyops*, mentre Tim White ritiene che esso sia piuttosto imparentato con *Australopithecus garhi*.

Il genere *Homo* è più vecchio del previsto e si ramificò fin da subito, ma stranamente non vi sono prove di attività di caccia, né di divisione del lavoro, né dell'esistenza di accampamenti organizzati nei siti del genere *Homo* fino a quasi un milione e mezzo di anni fa. Questo significa che per un lungo periodo le nuove capacità di progettazione della tecnologia "olduvaiana" (dal nome della valle dove furono ritrovati i primi strumenti litici) rimasero stabili e non furono accompagnate da una rivoluzione nei comportamenti. L'*homo faber* era pur sempre un ominino opportunista in cerca di carcasse con la sua andatura goffa. La somma di queste caratteristiche primitive ha indotto alcuni paleoantropologi a mettere in dubbio persino la stessa appartenenza di *habilis* e *rudolfensis* al genere *Homo*. Nell'incertezza, vengono oggi chiamati *early-Homo*, cioè specie incipienti del genere *Homo*.

Anche la relazione fra l'utilizzo di strumenti e la capacità cranica non è lineare. Benché si sia sempre pensato che un grande cervello fosse emerso subito, stabilendo una discontinuità con le forme più arcaiche, nei reperti fossili è difficile individuare una soglia oltre la quale si possa dire che il cervello ominino è diventato

“quasi umano”: gli esemplari più antichi di *Homo habilis*, per esempio, hanno un volume cerebrale di 600 cc (a volte anche meno), cioè pressoché identico a quello di alcune australopitecine contemporanee. È dunque plausibile ipotizzare che l'utilizzo di strumenti litici sia emerso in un contesto di specie dotate di un cervello non molto più grande di quello di uno scimpanzé. Soltanto in tempi più recenti il volume cerebrale di *H. habilis* arriva a 800 cc.

Ci sono molti modi di essere intelligente

Fare ipotesi sensate sulle capacità cognitive di una specie estinta è difficile. L'intelligenza, ammesso che si sappia darne una definizione scientifica rigorosa, lascia segni soltanto indiretti, da interpretare con attenzione. Un aiuto può giungere dallo studio dell'intelligenza dei discendenti delle scimmie antropomorfe di allora, cioè gli attuali scimpanzé. Essi rappresentano l'unica congiunzione certa con le scimmie antropomorfe di allora e, forse, con i loro cugini ominini. Ma i problemi, logici e sperimentali, che la valutazione dell'intelligenza pone agli scienziati rimangono pesanti: è già di per sé discutibile la possibilità di misurare l'intelligenza di un essere umano, a maggior ragione sarà discutibile la “misura” dell'intelligenza di uno scimpanzé sulla base di esperimenti nei quali non sappiamo cogliere con certezza il grado di motivazione e di interesse dell'esemplare studiato.

E poi che cosa può significare “intelligenza” per un'altra specie? Significa apprendimento, capacità di adattarsi, capacità di reagire alle sollecitazioni ambientali, capacità di essere felici nel proprio mondo, oppure creatività, curiosità, disinteresse? In che senso uno scimpanzé è “intelligente”? E, quindi, in che senso possiamo affermare che un nostro antenato ominino fosse più o meno “intelligente”?

Per motivi di praticabilità in laboratorio, gli esperimenti per valutare l'intelligenza dei primati superiori si basano su una premessa chiaramente antropocentrica, cioè che l'intelligenza sia la capacità di risolvere problemi di volta in volta più complessi grazie alla comprensione di relazioni di causa ed effetto. In altri termini, la scimmia è intelligente solo e soltanto se è in grado di risolvere situazioni che l'intelligenza umana considera “problemi” e solo e soltanto se lo fa adottando strategie che per un uomo sarebbero definite “intelligenti”.

Questo approccio tradizionale rivela come in realtà la premessa antropocentrica sia frutto di una precisa concezione evuzionistica, secondo la quale l'intelligenza progredisce in modo cumulativo sotto la spinta dall'imperativo evolutivo di risolvere problemi. Di conseguenza, l'evoluzione delle capacità cognitive sarà progredita linearmente grazie alla soluzione di problemi progressivamente più complessi. I primati hanno acquisito una certa forma di intelligenza per rispondere adattativamente a certi tipi di problemi.

Se davvero l'evoluzione funzionasse così dovremmo trovare una causa prima dello sviluppo dell'intelligenza nel genere *Homo* e la dovremmo trovare proprio al suo esordio, circa 2,8 milioni di anni fa. Perché *Homo habilis* divenne più intelligente? A quale tipo di problemi inediti dovette far fronte? Erano in qualche modo problemi diversi da quelli delle australopithecine e delle scimmie antropomorfe?

Una prima ipotesi potrebbe essere legata agli habitat. Potremmo ipotizzare che *Homo habilis* abbia dovuto far fronte a un habitat più complesso di quello degli altri primati, ma le evidenze in tal senso sono pressoché inesistenti. Ogni specie adotta strategie di sopravvivenza diverse per habitat simili o per habitat diversi, senza nulla togliere alla presunta "intelligenza" della specie medesima. Un orango è decisamente più intelligente di qualsiasi altro primate, noi compresi, nel gestire le risorse di una foresta pluviale.

Un'altra ipotesi potrebbe essere legata alla caccia, ma anche in questo caso le evidenze dell'etologia sembrano suggerire che non siamo più un primate così privilegiato. Oggi sappiamo che anche i babbuini, i cebi sudamericani e gli scimpanzé cacciano regolarmente, questi ultimi addirittura in gruppi organizzati. Non possiamo dire che vi sia "intenzione" o pianificazione nell'atto della caccia, come per gli esseri umani, ma dopo una battuta di caccia anche gli scimpanzé si spartiscono le prede secondo elaborate architetture di rapporti sociali. Benché si sia ritenuto fino a poco tempo fa che l'opportunismo

alimentare fosse una prerogativa soltanto umana, è stato scoperto che anche gli scimpanzé occasionalmente si cibano di carcasse abbandonate da altri predatori. Senza contare che gli scimpanzé sono in grado di associare esattamente il valore nutritivo e, in taluni casi, il valore medicinale a una grande varietà di erbe e di piante: masticano foglie e ingoiano erbe che contengono principi attivi, sostanze antibatteriche e sedativi. Non siamo unici nemmeno in altre pratiche meno nobili, come l'assassinio, l'aggressione violenta e premeditata, il cannibalismo, l'infanticidio: per motivi che ancora rimangono in gran parte oscuri, anche i nostri parenti più prossimi le praticano. Peraltro, come notiamo da molte notizie di cronaca, il sistema limbico che dirige il nostro universo emozionale è ancora quello dei primati superiori.

Se l'intelligenza fosse legata alla flessibilità dei comportamenti in habitat difficili, dovremmo concludere che non esiste un'intelligenza migliore di altre fra i primati superiori. Esistono semmai *intelligenze diverse*. Esclusi habitat e caccia, rimane tuttavia da considerare la presunta eccezionalità del contesto sociale in cui gli ominini si trovavano. Anche in questo caso, però, il divario fra loro e le scimmie antropomorfe si è andato assottigliando. Lo studio delle società di primati superiori ha rilevato in esse una straordinaria complessità di legami, di intrecci e di organizzazioni. Gli etologi hanno osservato giochi di alleanze elaborate e mutevoli, coalizioni, creazioni e dissoluzioni di gruppi,

tradimenti, inganni, conflitti fra gruppi, fasi di cooperazione alternate a fasi di competizione.

Quanto all'utilizzo intelligente di strumenti, proprietà associata impropriamente alla specie fondatrice del nostro genere, sappiamo da alcuni anni che non si tratta di un'esclusiva prerogativa umana. Nell'officina artigianale degli scimpanzé troviamo pietre usate come martelli e incudini per aprire noci, bastoncini studiati per pescare le termiti, per estrarre le formiche dai loro nidi o per raccogliere il miele, bastoni usati come leve, ganci per avvicinare i rami, foglie modificate per fungere da ombrello, spugne per raccogliere l'acqua e molti altri attrezzi di vita quotidiana. Gli strumenti non vengono soltanto utilizzati, ma anche modificati e riadattati, anche se nei nostri cugini non emerge la capacità ricorsiva di costruire uno strumento a partire da un altro strumento.

L'elenco degli elementi di contiguità fra le scimmie antropomorfe e gli esseri umani non dovrebbe indurre alla conclusione che gli scimpanzé hanno un'intelligenza "quasi-umana" o che in qualche modo sono vicini al comportamento umano. Le novità che porteranno all'emergenza della nostra specie all'interno del genere *Homo* (in particolare, il linguaggio articolato e la coscienza introspettiva) escludono questa possibilità. Gli scimpanzé non riescono a coordinare compiti cognitivi in parallelo, non pianificano a lungo termine, non concettualizzano le loro azioni e non sanno trasmettere intenzionalmente le loro invenzioni. Né sembra adeguata

la conclusione di compromesso secondo cui le scimmie antropomorfe sarebbero una “via di mezzo” verso il conseguimento delle capacità umane, una tappa intermedia fra la condizione animale e la condizione umana.

Gli scimpanzé di oggi non sono gli scimpanzé di 6 milioni di anni fa e non sono nostri antenati. Sia gli ominini sia le scimmie antropomorfe hanno subito un lungo processo evolutivo di trasformazione, ricco di svolte contingenti e di adattamenti diversificati. Ciò che fortemente ci accomuna riguarda il patrimonio evolutivo che abbiamo accumulato insieme nei milioni di anni precedenti, durante i quali si è formato il cespuglio dei primati. Questa lunghissima storia comune ci ha dato un potenziale di partenza identico e un corredo genetico ancor oggi in gran parte condiviso. Poi ci siamo separati, aprendo la strada a nuovi cespugli evolutivi, e da quel momento ciascuna specie ha speso il proprio potenziale nel gioco dell'evoluzione in maniera differente e in habitat differenti. Ricordiamocelo quando guardiamo negli occhi uno scimpanzé in un parco faunistico. Questa non è dunque la storia del raggiungimento di un'ottimalità evolutiva necessaria: è piuttosto una storia di diversità e di potenzialità in evoluzione.

L'Homo giusto al posto giusto

Le capacità di apprendimento, la socievolezza e l'abilità manuale delle scimmie antropomorfe sono il segno di una lunga storia comune, sono il substrato di

potenzialità da cui noi stessi deriviamo e da cui ci siamo poi diversificati. Tentare di giustificare una pretesa “superiorità” della specie umana in termini evolucionistici appare in quest’ottica francamente arduo. Se siamo figli di una storia di diversificazione, dovremo guardare (e non è un cambiamento da poco...) alle forme animali a noi vicine come a forme alternative e incommensurabili di intelligenza e di comportamento nel regno della natura e della storia, e non come a tentativi mal riusciti di avvicinarsi alle vette dell’adattamento.

Ma in cosa è consistita la svolta che ha portato alla nascita del genere *Homo*? Senz’altro la fabbricazione di strumenti non è iniziata con *Homo habilis*. È assai probabile che le australopitecine usassero un vasto armamentario di strumenti in legno, simile all’officina degli scimpanzé prima abbozzata, che non hanno purtroppo lasciato traccia di sé nei reperti. Non potremo mai sapere come fosse organizzato il loro “universo artigianale”.

Per più di quattro milioni di anni, cioè per due terzi della loro storia naturale, le forme pre-umane che si sono diversificate all’interno del cespuglio ominino non hanno dato segni di una particolare predisposizione né allo sviluppo dell’encefalo né alle capacità cognitive che ne sarebbero conseguite. Lo studio dei crani di australopitecine ha evidenziato in anni recenti la loro stretta somiglianza con quelli delle scimmie antropomorfe. La biforcazione cruciale verso la speciale

(e dispendiosa) intelligenza umana intervenne soltanto in tempi più recenti e probabilmente fu connessa a un contesto di eventi ambientali, ecologici e climatici che poco hanno a che vedere con le mirabili performances adattative che l'intelligenza regalerà al genere *Homo*.

Molti paleoantropologi ritengono che la nascita di *Homo rudolfensis* e *Homo habilis* sia piuttosto da ricondurre alla crisi climatica improvvisa che diede inizio all'era delle glaciazioni 2,8 milioni di anni fa e che sconvolse con radiazioni ed estinzioni il genere delle australopitecine. L'emergenza del nostro genere sarebbe stata dunque un evento fortemente contingente, una "nascita catastrofica". Un disequilibrio geologico locale e apparentemente insignificante, come la formazione dell'Istmo di Panama, innescò una catena di conseguenze collaterali imprevedibili a livello globale, al termine delle quali spuntò il genere *Homo* in una piccola nicchia ecologica africana. Dobbiamo realmente la nostra esistenza al carattere instabile, turbolento e creativo del pianeta Terra.

Le scimmie bambine

Alla luce di questa nuova collocazione cronologica ed ecologica, in che cosa consisterà la pretesa unicità del nostro genere? In che senso un bipede glabro con spiccata tendenza all'accrescimento del volume cerebrale è un evento naturale "speciale"?

Il posto dell'uomo nella natura, titolo di un testo anticipatore di Thomas Henry Huxley del 1863, è stato

una questione cruciale nella storia delle idee evoluzionistiche, a causa dei reiterati tentativi di giustificare la presunta eccezionalità della nostra condizione di esseri viventi. La riluttanza ad accettare la continuità naturale fra la nostra specie e il resto della natura giustificò molte arditezze interpretative. Alfred R. Wallace, co-scopritore con Darwin della selezione naturale, ritenne di dover introdurre un'eccezione alla regola allorché si trattasse di spiegare l'origine della mente umana. Nel 1864 sostenne che tutti i tratti caratteristici dell'umanità, dal bipedismo al linguaggio, dovevano essere il frutto materiale della selezione naturale, tutti tranne l'intelletto umano per il quale egli invocò l'intervento di una "volontà creatrice divina".

La strategia ebbe successo, se è vero che l'ipotesi ad hoc dell'evento soprannaturale di Wallace fu adottata ancora negli anni Quaranta del Novecento da Robert Broom, pioniere negli studi di paleoantropologia in Sudafrica, secondo il quale l'evoluzione umana era culminata nell'intervento di un Creatore che vi aveva instillato il seme dell'intelligenza. Il biologo Julian Huxley, nel 1958, volendo sottolineare la profonda incommensurabilità fra l'evoluzione culturale umana e la normale evoluzione biologica, propose di inserire la nostra specie in un regno a parte, un regno speciale e solitario a cui noi soltanto appartenremmo: gli *Psychozoa*, animali dotati di anima. Sembrava francamente impossibile che la sola specie dotata della capacità di porsi domande sulla propria evoluzione

potesse essere figlia degli stessi meccanismi che avevano dato origine a ogni altra forma vivente.

Eppure, se non è un criterio esaustivo di demarcazione intellettuale l'utilizzo di utensili, non lo sono più ormai nemmeno il linguaggio e la capacità di astrazione, la cui mancanza negli scimpanzé sembra dovuta all'assenza del mezzo cerebrale di supporto e non a un'incapacità qualitativa a priori. Fino a tempi recenti si è pensato che gli scimpanzé fossero in grado soltanto di associare meccanicamente alcune parole ad altrettanti significati concreti: compiere un gesto, formulare una richiesta, esprimere un'emozione, e così via. Ma i successi nell'insegnamento del linguaggio mimico agli scimpanzé hanno permesso di verificare in giovani esemplari la capacità di nominare oggetti mai visti, cioè di astrarre e di operare alcune elementari concettualizzazioni, ancorché prive di articolazioni grammaticali complesse.

L'anatomia del tratto vocale permetterebbe loro di parlare e il substrato neurologico del linguaggio sembra essere già incipiente nelle scimmie, benché il livello funzionale di complessità della comunicazione vocale fra le scimmie antropomorfe non sia paragonabile a quello degli esseri umani. Già nel 1990, Sue Savage-Rumbaugh indusse in uno scimpanzé pigmeo (non con le tecniche tradizionali di insegnamento meccanico e additivo, ma esponendo quotidianamente l'animale, come un bambino, al linguaggio umano) l'apprendimento linguistico di frasi articolate e

l'espressione, attraverso un lessigramma, di una sorta di proto-grammatica.

Alla luce di questa parentela strettissima con gli scimpanzé, come può allora esistere una diversità morfologica, intellettuale e comportamentale così profonda fra il genere *Homo* e gli altri primati superiori? Richard Leakey ha proposto un divertente elenco delle ipotesi che si sono susseguite al riguardo negli ultimi decenni e mostra come esse rispecchino fedelmente lo spirito dell'epoca in cui sono state formulate. Nelle diverse stagioni della ricerca paleoantropologica si sono succedute: l'ipotesi della costruzione di armi (etica vittoriana); l'ipotesi dell'espansione cerebrale (ottimismo eduardiano); l'ipotesi dello sviluppo tecnologico (anni Quaranta); l'ipotesi della "scimmia assassina" (secondo conflitto mondiale); l'ipotesi delle società fondate sulla caccia (ecologismo degli anni Sessanta); l'ipotesi delle società fondate sulla raccolta femminile dei frutti della terra (femminismo degli anni Settanta).

La risposta a questo interrogativo di straordinaria importanza potrebbe risiedere, secondo alcuni paleoantropologi, nella stretta parentela genetica. Uomo e scimpanzé non sono classificabili come "specie gemelle" né come "specie congeneri", eppure la percentuale di diversificazione genetica fra le due è inferiore ai valori medi riscontrati fra specie gemelle e fra specie congeneri. Tuttavia, una piccola variazione nel corredo genetico è in grado di innescare una

differenziazione morfologica macroscopica: questo avviene soprattutto quando la mutazione riguarda i geni regolatori, e in particolare i geni regolatori dello sviluppo. Modificando le linee e i ritmi dello sviluppo si possono ottenere divergenze irreversibili a partire da sistemi genetici assai simili.

L'ipotesi è che questa modificazione dei meccanismi di sviluppo sia fondamentalmente costituita dal fenomeno conosciuto come *neotenia*: letteralmente “mantenimento dei caratteri giovanili”. La diversificazione del genere *Homo* dal resto dei primati superiori potrebbe essere stata determinata da una mutazione nel sistema regolatore tale da prolungare lungo tutto l'arco della vita le caratteristiche giovanili che una scimmia antropomorfa normalmente mantiene soltanto nelle prime fasi della vita. In altri termini, noi saremmo figli di una piccola mutazione genetica intervenuta a livello dei geni regolatori dello sviluppo durante la fase di forte instabilità climatica che diede origine all'era delle glaciazioni e accelerata nel patrimonio genetico delle prime specie appartenenti al genere *Homo* grazie alle forti ricadute adattative che bilanciarono i costi. Il potenziale evolutivo necessario per lo sviluppo del nostro cervello ipertrofico e per tutti gli usi che ne abbiamo fatto, siano essi la *Gioconda* di Leonardo o la distruzione delle Torri Gemelle, sarebbero l'esito imprevedibile di una puntiforme mutazione genetica locale che ha innescato un processo senza precedenti in natura.

Ogm: ominini geneticamente modificati

L'ipotesi della neotenia ha implicazioni profonde sulla concezione del rapporto fra specie umana e specie animali. Essa rappresenta innanzitutto un ribaltamento della cosiddetta "teoria della ricapitolazione", idea dominante nella biologia di fine Ottocento, secondo cui gli animali ripercorrerebbero gli stadi adulti dei loro predecessori nel corso dello sviluppo embrionale ("l'ontogenesi ricapitola la filogenesi"). L'ipotesi di un ritardo dello sviluppo come fattore dell'evoluzione umana era decisamente eccentrica rispetto a questo modello progressionista. È bene ricordare che la teoria della ricapitolazione fu utilizzata per giustificare una molteplicità di teorie a sfondo razzista: il bambino bianco ricapitolerebbe i caratteri degli adulti delle "razze inferiori", l'adulto nero ricapitolerebbe i caratteri del suo antecedente scimmiesco, e così via.

La spiegazione neotenuca sembra rafforzata non solo dai molti caratteri in comune fra cuccioli di scimmia e uomo adulto, ma anche dall'aumento proporzionale dello spazio dedicato alla crescita quando si passa dagli altri mammiferi ai primati e dai primati all'uomo. Noi facciamo tesoro del più lungo periodo infantile rinvenibile in natura, sommato a un già lungo periodo di gravidanza, che va però diminuendo man mano che il volume cerebrale aumenta. I neonati di *Homo sapiens* sono praticamente embrioni, se misurati con il ritmo di sviluppo degli altri primati, come già nel 1961 aveva notato Ashley Montagu. Siamo animali "a lunga

crescita” che necessitano di cure materne protratte nel tempo.

Da alcuni decenni sono in corso interessanti ricerche sulle cosiddette “strategie vitali”: vale a dire quei particolari adattamenti che non si attuano mediante modificazioni della forma e delle dimensioni, bensì alterando e regolando i periodi e i ritmi di sviluppo. Certo, non è facile capire quale sia il vantaggio adattativo immediato di un’infanzia prolungata in un primate, se non quello di una maggiore possibilità di apprendimento, di imitazione, di gioco e di consolidamento dei rapporti familiari. In ogni caso, questo vantaggio deve essere stato molto forte per poter bilanciare la presenza di neonati così fragili, dipendenti e indifesi. È probabile che i primi rappresentanti del genere *Homo* abbiano trovato un onorevole compromesso sub-ottimale fra i vantaggi offerti da un cervello più grande e i sacrifici da pagare per allevare più a lungo i propri cuccioli inermi. Senza contare che questo organo espanso deve aver assorbito anche un notevole costo energetico, obbligando gli ominini a una dieta più sostanziosa a base di proteine animali e tuberi cotti.

Konrad Lorenz, convinto assertore della neotenia umana, notò che i caratteri morfologici infantili innescano “meccanismi innati” di protezione e di accudimento nei soggetti adulti, con un’indiscutibile ricaduta adattativa. È probabile però che la ritenzione di caratteri giovanili abbia fornito all’uomo più che altro un

prezioso serbatoio di “adattamenti possibili”, tanto meglio utilizzabili quanto più lungo fosse stato il periodo di “apprendistato” biologico. La neotenia fornirebbe cioè un deposito primario di plasticità cerebrale: sarebbe in un certo senso una “sorgente di *exaptation*”.

Ma non solo. Anche la nostra più rilevante specializzazione evolutiva, un cervello grande relativamente alle dimensioni corporee (tanto da aver obbligato a “interrompere” le gravidanze ai nove mesi di media, per far poi proseguire lo sviluppo dell’encefalo per due terzi dopo il parto), potrebbe derivare dallo sviluppo ritardato: la proporzione cervello-dimensioni corporee è infatti sensibilmente maggiore in età infantile. Questa osservazione ha indotto alcuni paleoantropologi a ipotizzare che l’innesco di un processo neotenco sia proprio all’origine della graduale tendenza all’accrescimento cerebrale riscontrata a partire da 2,5 milioni di anni fa nella specie *Homo rudolfensis* e poco dopo in *H. habilis*. Il ritardo di maturazione potrebbe avere generato una crescita differenziale fra il cranio e il resto del corpo, permettendo l’espansione progressiva dell’encefalo. Pertanto, la nostra longevità, il nostro grosso cervello e la nostra nascita agli inizi dell’era glaciale sarebbero fenomeni strettamente correlati.

Il protrarsi delle cure al neonato ha senz’altro cementato legami familiari più stabili, ma non sarebbe stata possibile se le prime specie di *Homo* non fossero

state già completamente bipedi. Solo le mani libere permettono infatti alla madre di aver cura e di trasportare alla bisogna un neonato così debole, che non è in grado più di attaccarsi alla pelliccia della madre.

Si sta insomma sbiadendo l'idea che l'evoluzione umana sia stata sospinta fin dall'inizio dalla crescita del cervello: il bipedismo e l'acquisizione di una postura esclusivamente eretta sono stati i presupposti fondamentali senza i quali non vi sarebbe stata alcuno sviluppo dell'encefalo tipicamente umano. Il segreto stava nei piedi, in buoni piedi, non nel cervello. Solo quando gli ominini abbandonarono del tutto l'habitat arboricolo fu possibile lo sviluppo del cervello innescato dalla trasformazione neotenuca.

La neotenuca è un adattamento costoso: implica che i gruppi umani dovettero portarsi appresso cuccioli del tutto dipendenti, indifesi e soggetti a predazione. Ma valse la pena pagare quel prezzo, visto che ci restituì in cambio le premesse biologiche per l'evoluzione culturale (apprendimento prolungato, imitazione, gioco, relazioni sociali). Affinché quell'adattamento fosse tollerato, dobbiamo ipotizzare che i gruppi sociali umani fossero già sufficientemente protettivi da garantire la sopravvivenza dei cuccioli. Ovvero, dobbiamo ipotizzare che nel genere *Homo* le pressioni selettive di mera sopravvivenza si fossero indebolite grazie alla socialità e alla tecnologia, non invece rafforzate come si è sempre pensato in un'ottica adattazionista. Inoltre, nel genere *Homo* si riscontrano segni genetici e morfologici di

auto-addomesticazione: le pressioni selettive sociali hanno favorito una tendenza alla docilità.

Le straordinarie potenzialità espresse successivamente da questo cervello “abnorme” andrebbero considerate tutte ricadute exattative a partire da quell’effetto collaterale. La selezione naturale avrebbe agito per fissare la mutazione neotenica in virtù dei suoi benefici effetti adattativi, ma non per produrre direttamente la crescita del cervello. La neotenia sarebbe cioè un adattamento, la crescita ipertrofica del cervello sarebbe un *exaptation* e le performances prodotte da questo cervello espanso sarebbero “*exaptations* di *exaptation*”, una sorta di *exaptation* di secondo grado.

La danza del cervello

La biforcazione indotta dal processo neotenico diede inizio a un’evoluzione incrementale dell’encefalo e probabilmente anche dello stile di vita degli ominini. Nulla fu più come prima. Il volume cerebrale cominciò gradatamente ad aumentare a partire da 2 milioni di anni fa, in specie diverse, e non cesserà la sua crescita fino alla comparsa di *Homo sapiens*. Da uno studio del 2010 sulla crescita della dentina è emerso che la nostra specie è la più neotenica di tutte nel genere *Homo*, più neotenica anche del suo cugino più stretto, il Neanderthal. Ma come può realizzarsi una crescita graduale di alcuni parametri (neotenia, encefalizzazione) nel corso di un’evoluzione che coinvolge più specie?

Non possono essersi messe d'accordo per procedere all'unisono.

Già nell'articolo del 1972 Eldredge e Gould avevano ipotizzato che la presenza di tendenze progressive (*trends*) nella storia naturale di molte famiglie fosse da ricondurre proprio alla proliferazione di specie. Quando una radiazione adattativa moltiplica il numero di specie presenti in un areale, la possibilità che si scatenino dinamiche di competizione per le risorse fra specie antagoniste aumenta. Da questa competizione fra specie deriverebbero le tendenze progressive riscontrate nella documentazione fossile. Non si tratterebbe dunque dell'incremento graduale di alcuni tratti morfologici per intervento della selezione naturale all'interno di una singola specie, ma del risultato della sopravvivenza differenziale di alcune specie rispetto ad altre all'interno di un cespuglio densamente ramificato oppure dell'azione stabile di pressioni selettive su più specie.

L'espansione del cervello non sarebbe dunque una conseguenza della pressione selettiva sugli individui di una specie sola, che gradualmente li trasforma in esseri sempre più intelligenti e quindi adattati. Diversamente, la selezione naturale agirebbe fra specie diverse, dotate di differenti capacità cerebrali, facendo prevalere di volta in volta le popolazioni con le capacità leggermente migliori: una sopravvivenza differenziale fra specie, anziché fra individui (*species sorting*). In tal modo ciascuna specie può rimanere stabile al proprio interno, mentre le relazioni ecologiche fra diverse specie

all'interno di una linea di discendenza (per esempio, il genere *Homo*) possono dare vita a una tendenza graduale.

Secondo il “paleo-neurologo” Ralph Holloway, della Columbia University di New York, le osservazioni fatte sui calchi ricavati dalle pareti interne dei crani fossili meglio conservati inducono a pensare che in concomitanza con la comparsa dei primi fossili del genere *Homo* faccia la sua apparizione anche la divisione fra emisfero cerebrale destro e sinistro. I primi segni di asimmetria cerebrale, del tutto assenti nelle scimmie antropomorfe e nelle australopitecine, si manifestano dunque nei reperti più antichi di *Homo habilis* (in particolare, nel cranio ER1470). Ciò significa che non soltanto si innescò la crescita quantitativa del cervello, ma iniziarono anche alcune trasformazioni graduali nella sua organizzazione interna.

Un'altra paleo-neurologa, Dean Falk, propende per un'ipotesi leggermente differente circa le origini dell'accrescimento cerebrale. L'evoluzione dell'encefalo umano sarebbe una diretta conseguenza dell'andatura bipede. Solo un ominino con i piedi per terra può avere un grande cervello. Per cause legate alla termoregolazione del cranio, la maggior esposizione della testa al sole e la forza di gravità avrebbero prodotto un accrescimento dei vasi sanguigni che irradiano il cervello raffreddandolo e, di conseguenza, l'intero encefalo sarebbe cresciuto di volume. Un cervello più piccolo si sarebbe facilmente surriscaldato.

Secondo questa teoria, battezzata “teoria del radiatore” per via dell’analogia con i circuiti di raffreddamento, la spinta espansiva potrebbe aver dato origine a quello sviluppo differenziato e integrato di alcune parti del cervello delle australopithecine (in particolare, l’evoluzione dei lobi frontali, la crescita della corteccia associativa e la “lateralizzazione” del cervello in due emisferi) che Falk ha suggestivamente definito “braindance”, la danza del cervello. Grazie a una serie di fortunate coincidenze serendipiche, nota Falk, gli ominini immersi nell’habitat instabile dell’Africa pleistocenica dovettero adattarsi agli spazi aperti e subirono alcune modificazioni fisiologiche, legate alla termoregolazione e innescate probabilmente da mutazioni nei geni che regolano i tempi differenziali di crescita, che indussero un maggiore sviluppo in alcune parti del cervello.

Quali conseguenze abbia avuto questa evoluzione cerebrale incipiente sulla vita materiale e cognitiva dei primi rappresentanti del nostro genere è difficile da valutare. È un compito arduo scovare nei siti archeologici gli effetti immediati della “danza del cervello”. Essa ha coinvolto senz’altro le aree del cervello che sovrintendono ai compiti di pianificazione e di previsione, alla creazione di modelli interni della realtà, al linguaggio e al pensiero speculativo. Le strategie di ricerca del cibo si sono senz’altro diversificate, spostando sempre più gli ominini verso l’esplorazione degli spazi aperti di savana in cerca di

carcasse per integrare la dieta di frutti e di vegetali. Questo cambiamento deve avere probabilmente acuito le capacità di osservazione, di padronanza dello spazio, di associazione mentale, di coordinamento sociale e di interpretazione degli “indizi” lasciati da prede e predatori.

L'enigmatico reperto ER1470 di *Homo habilis* mostra un'asimmetria cerebrale indicante destrismo e forse un primo accenno della presenza dell'area di Broca: usava il suo innovativo repertorio artigianale prevalentemente con la mano destra e aveva un embrione del substrato cognitivo necessario per il linguaggio. Risulta in effetti che i più antichi strumenti litici siano stati creati da destrimani. Le altre conseguenze fisiologiche dell'asimmetria cerebrale (divisione delle funzioni logiche, deduttive e linguistiche dell'emisfero sinistro da quelle estetiche ed empatiche dell'emisfero destro, con tutte le ricadute immaginabili sulla comunicazione interpersonale) affondano nell'oscurità del tempo profondo e nell'incommensurabilità dell'intelligenza di altre specie. Secondo Falk, anche il linguaggio tipicamente umano avrebbe fatto il suo esordio in questo periodo, perché le madri nomadi in cerca di cibo ebbero bisogno di mantenere un contatto acustico con i loro cuccioli (non disponendo più di quello fisico a causa del bipedismo e della perdita del pelo) e inventarono il “maternese”, un linguaggio cantilenante e melodico che fece da prodromo musicale per il linguaggio articolato vero e proprio.

Comunque sia, non sapremo mai (almeno fino all'invenzione della prima macchina del tempo) che effetto ci farebbe guardare negli occhi un esemplare di *Homo habilis*. Possiamo solo immaginare che forse nella mente dei costruttori di utensili cominciasse a prendere forma, in maniera per noi incomprensibile, l'universo sognante e trepidante dei nostri stessi desideri, delle nostre ambizioni, delle nostre emozioni...

Capitolo quinto

L'inizio della planetarizzazione: gli ominini alla conquista del Vecchio Mondo

Piuttosto che pre-adattato, inevitabile, diretto o selezionato, il processo di colonizzazione globale è stato sottile, contingente e stocastico. Grazie ad una varietà di opportunità evuzionistiche – “accidenti” è un termine troppo forte ma dà il giusto sapore – tutti i “camminatori del tempo” ebbero gli elementi necessari, come il bipedismo, il cervello, la dieta onnivora, per essere “adeguati a”, piuttosto che “adattati a”, l’espansione globale.

Clive Gamble, 1994

Gli dei cominciarono a provare invidia per noi nel cuore di una languida notte tropicale, da qualche parte intorno a un milione e mezzo di anni fa, quando l’ombra di Prometeo si allungò sull’umanità ai suoi albori. Sotto il cielo terso degli altipiani le prime timide scintille illuminarono i volti stupefatti dei cuccioli di uomo. Il mostro che da millenni divorava la prateria, che metteva in fuga i più temibili predatori, che scacciava le mandrie, che soffocava la foresta, che lambiva paurosamente le grotte, che inghiottiva all’improvviso alberi e animali, che popolava le notti insonni dei primi ominini, quel mostro incandescente che sembrava sgorgare dai fulmini per sprigionare tutta la sua

rabbiosa potenza sulla Terra era lì adesso, soggiogato, ubbidiente, nelle mani del suo incantatore.

Il fuoco, dono prometeico di incalcolabile virtù e superbia, mai pensato da nessuno scimpanzé e da nessuna australopitecina, ora invece racchiuso in un accogliente focolare di pietre, comparve improvvisamente nella storia dell'umanità: forse scoperto, forse inventato, forse soltanto donato per caso alla nostra genia, forse addomesticato dopo infiniti fallimenti. Fu così che il buio della notte si inchinò di fronte alla più rivoluzionaria delle innovazioni tecnologiche umane. Da allora i nostri antenati ebbero meno paura degli agguati notturni, scacciarono gli incubi e si unirono attorno alla nuova divinità domestica. Impararono a cucinare la carne, a scaldare i cibi. Allontanarono i predatori, illuminarono le grotte, diedero un centro di gravità al loro universo sociale. Le stringenti pressioni selettive, che li avevano fino ad allora schiacciati, cominciarono ad allentare la presa.

Il più antico focolare rinvenuto, di sicura attribuzione, risale a 1 milione e mezzo di anni fa, in un sito sudafricano. Nello stesso periodo ardevano piccoli falò anche in siti più settentrionali, in Kenya e Tanzania. Lo si deduce da ossa e ciottoli affumicati, dalla distribuzione circolare delle pietre, dall'argilla bruciata tutto attorno. Se dovessimo scegliere un'invenzione evolutiva fra tutte, un adattamento formidabile, un avanzamento insuperabile, un salto in avanti nella marcia del progresso sceglieremmo senz'altro il

controllo del fuoco. La selezione naturale e la selezione culturale adorano il fuoco. I vantaggi adattativi che esso comporta sono talmente potenti da annichilire qualsiasi competitore, non c'è avversario per l'uomo prometeico. Eppure, la storia naturale dell'umanità presenta al riguardo uno dei suoi più straordinari misteri.

Dopo le deboli testimonianze africane del Paleolitico inferiore non si registrano casi di addomesticamento certo del fuoco per più di un milione di anni. Per ritrovare i focolari e altri segni certi del fuoco domestico nei siti archeologici bisogna giungere a ritrovamenti di 500.000 anni fa, e per di più da tutt'altra parte, in Europa. Dopo alcuni casi isolati e antichissimi, mille millenni trascorrono apparentemente senza che nessuno si accorga della rivoluzionaria innovazione. È come se tutti i vantaggi adattativi del fuoco fossero stati "dimenticati" dall'evoluzione per un milione di anni. Come è possibile?

Secondo molti paleoantropologi la soluzione dell'enigma sta ancora una volta nella scarsità della documentazione fossile. Essi sperano di trovare prima o poi una serie di testimonianze della presenza continuativa del fuoco addomesticato a partire da un milione e mezzo di anni fa. Tuttavia, mentre gli strumenti litici si susseguono nei siti di differenti forme ominine con una certa continuità, la presenza del fuoco appare stranamente discontinua e difficilmente decifrabile. Non è sempre facile capire se si tratta di focolai intenzionali o di resti di incendi. Forse il fuoco è

solo un'invenzione recente e tutti i resti precedenti sono abbagli. D'altronde, non è necessario essere piromani per sopravvivere: gli aborigeni della Tasmania hanno snobbato il fuoco fino a qualche secolo fa.

Eppure, quando una nuova tecnologia di fabbricazione degli utensili viene inventata, si diffonde abbastanza rapidamente in tutti i siti e non viene più abbandonata finché una nuova tecnologia la sostituisce. Il fuoco no. Il fuoco appare e scompare. Il fuoco viene inventato due volte dall'umanità, non una volta sola. Ma se l'evoluzione è un cammino di progresso, perché le specie ominine avrebbero dovuto inventarsi due volte un adattamento tanto vantaggioso?

Il fascino discreto della simmetria

Nella seconda metà degli anni Settanta, nel Kenya orientale, fece la sua comparsa nella documentazione fossile dell'evoluzione umana qualcosa di assolutamente inedito. Si trattava di una forma ominina chiaramente appartenente al genere *Homo*, ma con caratteristiche decisamente più "moderne": per la prima volta, grazie al lavoro di Colin Groves e di Vratislav Mazàk, emergeva un ominino molto più vicino allo stereotipo dell'uomo anatomicamente moderno, benché la sua età massima (intorno a 1,8 milioni di anni fa) lo collocasse abbastanza indietro nel cespuglio degli ominini, affiancato alla specie *Homo habilis* e subito dopo a *Homo rudolfensis*. Era la prova dell'ennesima convivenza fra specie congeneri.

Il cranio di questa nuova forma, battezzata dai paleoantropologi in un primo tempo *Homo erectus africano* e poi definitivamente *Homo ergaster*, aveva dimensioni superiori a quelle di *H. habilis*, raggiungendo gli 850 cc di media e sfondando talvolta i 900 cc. Dunque, la tendenza all'espansione del volume cerebrale si accentua e con essa la separazione dei due emisferi. La volta cranica è più alta, arrotondata e morbida. Il prognatismo è ridotto, i molari più piccoli. In generale, il viso è più gracile e significativamente più simile alle forme recenti del genere *Homo*. Lo stacco netto rispetto alle due forme precedenti di *Homo* ha convinto alcuni paleoantropologi a escludere *habilis* e *rudolfensis* dal nostro genere, facendolo cominciare direttamente con *ergaster*.

Nel 1984, lo scaffale dei reperti di *Homo ergaster* si arricchisce del ritrovamento magnifico dello scheletro pressoché integro di un giovane esemplare della specie, scoperto da Richard Leakey, Meave Leakey e Alan Walker a Nariokotome nel Turkana occidentale e risalente a 1 milione e 600.000 anni fa. Il “ragazzo del Turkana” è un adolescente di nove anni (in proporzione simile a un dodicenne di *Homo sapiens*) dal fisico magro e slanciato, alto già un metro e sessanta centimetri. Il suo scheletro è incredibilmente simile a quello dell'uomo moderno, fatte salve alcune “vestigia” antiche come il torace carenato e l'anca aperta. In età adulta il ragazzo avrebbe potuto raggiungere la notevole statura di un metro e ottanta, un fatto eccezionale mai visto prima

nell'evoluzione umana. I lunghi arti inferiori e superiori sembrano addirittura una manifestazione arcaica della conformazione anatomica delle popolazioni attuali del Turkana, il cui fisico è snello, alto, slanciato e agile. La scoperta del "Turkana boy" sembra peraltro confermare una forte accentuazione dei caratteri neotenici e un'ulteriore estensione del periodo infantile e adolescenziale in *Homo ergaster*. Il nostro primo "watusso" possedeva il corredo completo di adattamenti morfologici al clima arido della savana, massimizzando la dispersione di calore lungo tutto il suo corpo longilineo.

Come spiegare questa accelerazione verso l'anatomia moderna? Sembra molto plausibile, al riguardo, che intorno a 1,9-1,4 milioni di anni fa il genere *Homo* si sia adattato compiutamente a un ambiente di savana. Il ragazzo del Turkana mostrerebbe addirittura una certa prominenza dell'osso nasale, indizio della presenza di cavità nasali schiacciate per favorire l'umidificazione dell'aria in entrata: una conformazione che ritroviamo nelle popolazioni africane attuali.

L'instabilità delle condizioni climatiche, portando a un ulteriore inaridimento del clima africano, avrebbe pertanto innescato questa trasformazione anatomica nella specie *ergaster*, il cui territorio si estendeva dal Sudafrica (dove è stato scoperto nel 1969, a Swartkrans, da Clarke) all'Etiopia. I legami di discendenza sono incerti: secondo alcuni *ergaster* deriverebbe da *habilis*, il che è probabile; Bernard Wood e Don Johanson

propongono invece di escludere *habilis* dalla discendenza, considerando un passaggio diretto da *rudolfensis* a *ergaster*; mentre Meave Leakey propende per una sua discendenza dal [*kenyanthropus*](#) e da *rudolfensis*.

Comunque siano andate le cose, la lunga convivenza fra *habilis* ed *ergaster* suggerisce una speciazione di quest'ultimo abbastanza antica, che avrebbe ereditato la tendenza evolutiva prodotta dalla mutazione neotenuca di *habilis* e *rudolfensis*. La trasformazione anatomica di *ergaster* non fu accompagnata da un equivalente progresso nell'apparato tecnologico della specie. A parte un piccolo cambiamento nella dieta (che in *ergaster* prevedeva un maggiore consumo di carne), l'officina degli attrezzi di *ergaster* è la stessa di *habilis* e di *rudolfensis*. È come se le due direttrici evolutive, quella anatomica e quella tecnologica, fossero state indipendenti l'una dall'altra. Non vi è stata, in sostanza, un'evoluzione sincronizzata delle principali caratteristiche delle specie ominine (anatomia, tecnologia, organizzazione sociale, dieta, habitat...), ma un'evoluzione a scarto differenziato. La comparsa di una specie anatomicamente innovativa non comporta necessariamente l'emergenza di una nuova tecnologia litica o di una differente organizzazione sociale.

Questa interpretazione dell'evoluzione umana a "ritmi spaiati" mette seriamente in discussione l'immagine di un avanzamento progressivo e uniforme delle capacità umane di specie in specie. Non soltanto la presenza di

una sola specie per volta è esclusa, ma anche la progressione delle principali direttrici evolutive preumane mostra di essere avvenuta con modalità più complesse e diversificate della tradizionale marcia del progresso a ranghi serrati.

In questo scenario di percorsi evolutivi spaiati, le novità possono punteggiare il cespuglio in momenti e luoghi diversi: una specie nasce con un'anatomia nuova e rimane stabile per molto tempo, fin quando sviluppa improvvisamente all'interno delle sue popolazioni una tecnologia innovativa che si propaga e che dà ulteriore slancio alla sua evoluzione. Questo fenomeno sembra essersi realizzato in diverse occasioni all'interno del genere *Homo*, a cominciare proprio da *ergaster*, il quale mantiene la stessa tecnologia di *habilis* e *rudolfensis* per alcune centinaia di migliaia di anni fin quando, intorno a un milione e mezzo di anni fa, nei suoi siti soprattutto africani, compare una tecnologia nuova. Dopo un milione di anni di stabilità, la tecnologia olduvaiana viene infatti integrata (e in un primo tempo non soppiantata) da un intero armamentario di strumenti inediti: la pietra viene ora scheggiata da entrambi i lati, acquisendo una tipica forma a mandorla. I cosiddetti strumenti "bifacciali" inventati da *ergaster* inaugurano una nuova fase tecnologica del Paleolitico inferiore, detta "acheuleano", che a sua volta sarà stabile nel tempo.

I paleoantropologi si sono cimentati negli ultimi anni in una serie di verifiche sul campo che mettersero in rilievo

l'efficacia dei primi strumenti litici. Provando a raschiare le ossa, a tagliare la pelle e a squartare la carne nelle stesse condizioni in cui presumibilmente si trovavano i nostri antenati, gli scienziati si sono accorti che l'efficienza di questi strumenti era in effetti superiore a quanto si potesse immaginare in astratto: in poche ore un gruppo di ominini poteva macellare scrupolosamente e immagazzinare la carne di un animale di grossa taglia. Ma il fatto ancor più sorprendente è che non si avverte una grande differenza, in termini di efficacia e di velocità, fra gli strumenti olduvaiani e i bifacciali acheuleani, tant'è che i primi non verranno abbandonati se non dopo molto tempo.

Questa annotazione non è di poco conto. La tecnologia acheuleana è un'invenzione distinta dall'evoluzione anatomica, probabilmente improvvisa e per giunta con uno scarso differenziale funzionale. È come se gli ominini del Paleolitico inferiore avessero deciso di costruire strumenti più belli, e non necessariamente più efficienti. I bifacciali acheuleani sono manufatti costruiti evidentemente con un intento formale, sono tutti molto simili fra loro, sono l'espressione di uno standard costruttivo comune. La mente del loro artefice doveva in qualche modo avere presente a sé un modello mentale, una "forma" alla quale tendere nella sua accurata realizzazione dell'oggetto. Le due facce sono scheggiate e rifinite con cura al fine di creare un oggetto armonioso, duttile, elegante e, soprattutto, simmetrico.

Qui *Homo ergaster*, nei suoi primi laboratori specializzati nella lavorazione della pietra, comincia a padroneggiare una tecnica, a imitare scientemente un modello di riferimento, a prevedere nella sua mente l'esito del suo artificio, della sua manipolazione. Semplicemente, inventa la simmetria. Forse una mente diversa era al lavoro, una mente che ricercava deliberatamente la forma dell'oggetto.

Nello stesso periodo, in un sito sudafricano e in uno keniano datati intorno a un milione e mezzo di anni fa, nei rifugi di *ergaster* compaiono i primi segni del fuoco addomesticato, forse non domato completamente ma certamente utilizzato per difendersi dai predatori. Qui assistiamo a un evento speculare rispetto all'avvento della tecnologia acheuleana: non una tecnologia dallo scarso valore funzionale che, tuttavia, si diffonde a macchia d'olio a tutte le specie ominine contemporanee e future, ma una scoperta (o invenzione?) dall'enorme valore adattativo che sembra scomparire per un milione di anni. Difende dai predatori, scalda, cuoce, illumina le notti, disinfetta: il dominio sul fuoco ha un tale valore adattativo che sicuramente ha addolcito le pressioni selettive sulle popolazioni umane. Eppure, i pochi casi di utilizzo del fuoco in siti di *ergaster* rimarranno isolati almeno fino a 500.000 anni fa, quando il fuoco domestico ricompare con assiduità in Europa. Una tecnologia si diffonde immediatamente a tutta la famiglia ominina, l'altra appare e scompare in modo frammentario per un milione di anni.

Che significato possiamo dare a questa duplice caratteristica dell'evoluzione umana, la presenza di una molteplicità di tempi spaiati e l'apparente separazione fra il successo di un'invenzione evolutiva e il suo valore adattativo?

La prima grande diaspora dell'umanità

Le datazioni più recenti sullo sviluppo delle forme ominine nel Pleistocene sembrano confermare un'immagine complessa e variegata nella quale i ritmi spaiati di nascita, proliferazione, competizione ed estinzione delle specie presenti nel cespuglio si sommano ai ritmi spaiati che caratterizzano l'evoluzione delle diverse capacità pre-umane. Come spiegare l'esistenza di questa molteplicità di sentieri evolutivi che si diramano e si biforcano se non ipotizzando che l'evoluzione proceda anche per ramificazioni di piccole popolazioni che formano nuove specie, competono l'una con l'altra e si estinguono?

Un quadro siffatto mette in dubbio l'esistenza, nell'evoluzione umana, di una tipologia comportamentale ancestrale "archetipica", sempre ravvisata nella società di cacciatori-raccoglitori, e di un ambiente altrettanto archetipico, cioè la mitizzata savana africana. L'economia di caccia e raccolta è infatti un'acquisizione molto recente nella storia naturale della famiglia ominina e un ambiente di adattamento ancestrale (stabile, uniforme, in grado di plasmare la nostra mente come una macchina di istinti pleistocenici)

letteralmente non è mai esistito. È piuttosto la pluralità di strategie adattative e di nicchie ambientali ad aver dato forma alla nostra evoluzione, non l'adattamento specializzato a un ambiente particolare. Fin dalle nostre origini siamo stati pionieri e colonizzatori, esploratori e inventori, abituati all'instabilità ecologica, flessibili e plastici nel cervello e nei comportamenti, tutto il contrario degli "stereotipi da savana" presupposti da una certa psicologia evuzionistica.

Cause genetiche e cause ambientali si intrecciano strettamente nel definire le proprietà degli organismi e delle popolazioni. Non è possibile spiegare tutti i comportamenti umani in termini di ottimizzazione della trasmissione ereditaria, perché molto spesso prevalgono ragioni contingenti di tipo economico o ecologico. La ferrea logica informazionale del "gene egoista" proposto quarant'anni fa da Richard Dawkins cede oggi il passo a un'ecologia estesa dell'evoluzione.

La paleoantropologia è diventata, insomma, una scienza meticciasca: per comprendere il suo oggetto di studio deve ricorrere all'ecologia, alla climatologia, alla geologia, alla genetica. E da qui in poi, soprattutto, alla geografia, cioè al tempo delle genealogie associate allo spazio fisico degli spostamenti umani sulla superficie terrestre. L'immagine rassicurante della scala del progresso umano è tramontata. Al suo posto dobbiamo accontentarci di un'architettura gotica di linee tratteggiate, linee da lasciare a matita in attesa della probabile correzione. Diamo ancora un'occhiata al

disegno complessivo. Dai tre generi di ominini presenti 2 milioni di anni or sono (le ultime australopitecine, i parantropi, gli *early-Homo*) si stacca in modo piuttosto netto la forma *Homo ergaster*, discendente dalle specie più vecchie di *Homo*, cioè *habilis* e *rudolfensis*. La gamma complessiva della tassonomia ominina ora non ha nulla da invidiare ai più folti cespugli di mammiferi. E mancano ancora un milione e mezzo di anni di storia naturale...

La comparsa e la seguente stabilità di *Homo ergaster* e di *Homo erectus* fanno pensare a una transizione netta, seguita da un lungo periodo di stabilità forse favorito dalla spiccata capacità di spostamento, di adattamento e di “inseguimento degli habitat” manifestata dalle nuove specie. La specie chiamata comunemente *Homo erectus* (o anche *Homo ergaster erectus*), originariamente soprannominata *Pithecanthropus* e studiata da Dubois nei primi decenni del Novecento, viene considerata oggi una discendente diretta di *ergaster* e le sue datazioni vengono fatte partire da circa un milione e mezzo di anni fa.

Homo erectus presenta le stesse caratteristiche anatomiche di *ergaster*. Era agile, alto di statura, con un fisico atletico e grande facilità di spostamento. Mantenne la tecnologia acheuleana e arricchì probabilmente la sua dieta, integrando proteine animali più energetiche. Non sappiamo molto sull'utilizzo (forse sporadico) del fuoco, ma certamente *erectus* cominciò a sfruttare, forse anche attraverso un comportamento

sociale più elaborato, le potenzialità di un encefalo accresciuto fino a superare di media i 900 cc.

Dopo le scoperte del paleontologo Glynn Isaac nei pressi del lago Turkana negli anni ottanta del secolo scorso (il “Sito 50” da lui scavato è la fotografia di un insediamento di *erectus* di 1 milione e mezzo di anni fa), si ritiene che *Homo erectus* avesse sviluppato tecniche di macellazione della carne, di caccia in gruppo, di coordinamento sociale fra femmine raccoglitrice e maschi cacciatori (come testimoniato forse dall’attenuazione del dimorfismo sessuale, cioè della differenza di stazza fra maschi e femmine). I suoi accampamenti sono più ordinati e divisi, per la prima volta nella storia dell’umanità, in aree distinte per funzioni. L’ipotesi di Isaac e di altri paleoantropologi come Dorothy Cheney, Robert Seyfarth e Barbara Smuts è che l’aumento della complessità sociale e l’ampliamento della dieta abbiano preparato gradualmente la comparsa delle forme successive di *Homo*, che tuttavia sembra avvenire quasi sempre con una certa rapidità. Non sono dello stesso avviso Luis Binford e Richard Klein, che ritengono al contrario la comparsa di un’economia di caccia e raccolta una conquista più recente dell’umanità, un’“esplosione” adattativa riscontrata solo nelle ultime specie umane e preceduta da forme primitive di caccia opportunista.

Indipendentemente dall’evoluzione graduale o repentina dell’economia di caccia, l’evento più significativo della comparsa di *Homo ergaster erectus* è

legato a una sua attitudine nuova: la tendenza allo spostamento fisico verso nuove regioni, anche fuori dall'Africa. Le ragioni primarie di questo comportamento sono ancora in gran parte oscure. Forse la ricerca di habitat con un clima più fresco e umido ha spinto le prime tribù di *ergaster* a muoversi verso nord e verso est. Oppure si è innescata una competizione per le risorse con altre forme ominine e l'Africa orientale è diventata una regione troppo affollata. Forse la loro organizzazione sociale, la loro percezione dell'ambiente, la padronanza del fuoco, o forse semplicemente un'attitudine mentale spiccata all'esplorazione e alla curiosità li hanno indotti a muoversi verso nuove terre, verso nuovi orizzonti.

Di certo deve essersi trattato di un comportamento legato alle caratteristiche anatomiche e sociali uniche che accompagnano l'emergenza di *Homo ergaster*, perché le datazioni delle prime espansioni verso nord (un tempo fissate a un milione di anni fa) negli ultimi anni sono state spostate all'indietro di almeno 700.000 anni. Nel 2000 fece scalpore la notizia del ritrovamento, in un sito di *Homo erectus* a Dmanisi in Georgia, di due crani databili a 1,98 milioni di anni fa, prova evidente che i primi spostamenti fuori dall'Africa cominciarono appena dopo la comparsa di *ergaster*, come se un istinto migratorio fosse stato in qualche modo inscritto nella conformazione del nuovo ominino. Resti analoghi sono stati rinvenuti a Ubeidiya, in Medio Oriente.

Ciò fa propendere molti scienziati per una spiegazione prevalentemente climatica di tali spostamenti: *Homo ergaster*, specie ben adattata agli spostamenti in spazi aperti, reagì forse al progressivo inaridimento del suolo africano dirigendosi verso terre più accoglienti e ricche di cibo (anche se ben presto dovette abbandonare la Georgia per l'inasprirsi del clima). La velocità del processo di diffusione è stata così alta che alcuni scienziati sono oggi propensi a considerare *ergaster* ed *erectus* due varianti della stessa specie: *Homo ergaster* è la versione africana, *Homo erectus* la versione asiatica.

È probabile che la tendenza alle migrazioni sia stata favorita dalla forte instabilità climatica che continuò a interessare il pianeta anche dopo il raffreddamento del clima. A partire da un milione e 800.000 anni fa iniziarono le grandi oscillazioni glaciali, caratterizzate da un'alternanza ciclica (con un ritmo di circa 100.000 anni) di fasi glaciali fredde e fasi interglaciali miti (inframmezzate a loro volta da periodi più caldi e più freddi). Le fluttuazioni climatiche del Pleistocene alterarono l'habitat di *ergaster* e di *erectus*, con lunghi periodi di raffreddamento lento e brevi periodi di riscaldamento. Non è da escludere, però, che abbiano inciso anche un'organizzazione sociale più articolata e una conseguente, seppur lieve, crescita demografica: le popolazioni di *ergaster* e di *erectus*, probabilmente organizzate in gruppi di venticinque o trenta individui, non abbandonarono l'Africa, ma crebbero e si espansero a macchia d'olio in altre regioni. Certamente, le

oscillazioni climatiche produssero spostamenti globali della vegetazione, con conseguenti migrazioni degli habitat di tutti gli animali. Fu dunque un'epoca di grande fluidità e di agitazione negli ecosistemi.

Lo zoologo Valerius Geist, alla fine degli anni Settanta, aveva proposto di definire le caratteristiche “espansive” delle specie ominine (e così di molte altre specie di mammiferi africani del Pleistocene) come un “fenotipo di dispersione” (*dispersal phenotype*, contrapposto al “fenotipo di mantenimento” tipico delle specie immerse in un ambiente stabile e ricco). Secondo Geist, gli ominini, le iene maculate e molti altri carnivori divennero a un certo punto, a causa delle instabilità ecologiche, gruppi di specie tendenzialmente girovaghe ed esploratrici, perennemente alla ricerca di habitat più generosi e con meno competitori diretti. Il “fenotipo di mantenimento” delle australopitecine, di *Homo habilis* e di *Homo rudolfensis*, per i quali l'esplorazione ai confini del territorio di un clan era probabilmente un comportamento occasionale dei maschi giovani, si tramutò in qualche popolazione in un “fenotipo di dispersione”. Inoltre, la regione sahariana, che per tutto il Pleistocene oscillò fra periodi di aridità e periodi di fertilità, potrebbe aver funzionato come una grande “pompa” per le migrazioni dei primi ominini e di altri animali, attirandoli a sé nei periodi fertili ed espellendoli in tutte le direzioni nei periodi di siccità.

Tuttavia, soltanto *Homo ergaster* prolungherà la sua espansione fino alle ultime propaggini delle terre

emerse. In questo fenomeno peculiare il paleoantropologo Clive Gamble ha notato una forte componente di contingenza evolutiva. Le caratteristiche espansive di *ergaster*, secondo Gamble, non furono selezionate in vista della colonizzazione planetaria e nessuna sarebbe sufficiente per spiegarla. Si trattò piuttosto dell'incontro eccezionale di circostanze favorevoli in un contesto di instabilità ambientale, innescato probabilmente da un mutamento iniziale nel comportamento sociale. Una più elaborata e consapevole organizzazione sociale, fatta di reti estese di relazioni e di alleanze, potrebbe aver integrato gli elementi adattativi che le specie ominine avevano accumulato nella lunga fase sub-sahariana, producendo uno spiccato *exaptation* per l'espansione e per la colonizzazione di nuovi territori.

Indipendentemente dalle cause primarie e secondarie di questo impulso alla colonizzazione, è di capitale importanza rilevare che il gusto per i lunghi viaggi sia diventato un tratto tipicamente umano fin da tempi molto più antichi di quanto non si sia mai pensato, cioè fin dai primordi del genere *Homo*. Ha inizio qui, due milioni di anni fa, la prima pagina del ricchissimo curriculum di viaggiatore e di esploratore instancabile del genere *Homo*. La scimmia bipede, dopo un lungo apprendistato per la sopravvivenza nelle pericolose distese aperte africane, è portata ad affrancarsi dal suo originario habitat arboreo in via di estinzione. Esce allo scoperto, si divide in piccole tribù simili a quelle dei

cacciatori raccoglitori sopravvissuti in tempi moderni, si moltiplica, esplora nuovi territori, si organizza in accampamenti, colonizza regioni sconosciute dirigendosi verso l'Africa settentrionale lungo le coste. In poche decine di migliaia di anni si espande in Medio Oriente, dove lo ritroviamo in siti israeliani datati 1,8 milioni di anni fa, poi in Asia meridionale e infine in Asia orientale.

Naturalmente non dobbiamo immaginare carovane di ominini in cammino verso terre promesse né esodi di massa da regioni inospitali, ma una lenta avanzata, di generazione in generazione, degli accampamenti di *ergaster* verso nord e verso est. Non si tratta quindi di "migrazioni" intenzionali nel senso moderno, ma di espansioni di areale geografico (anche se per comodità utilizzeremo nel prosieguo il termine migrazione). Una visione pionieristica ha spesso accompagnato il "mito dell'eroe" nelle ricostruzioni epiche dell'evoluzione umana, con l'uomo condotto a dominare terra, mare e cielo. Tuttavia, trasferendo i propri insediamenti di alcuni chilometri a ogni generazione, una piccola popolazione può spostarsi verso nuove terre in poche migliaia di anni senza bisogno di organizzare esodi biblici. Se ipotizziamo un avanzamento di dieci chilometri a ogni secolo, in 10.000 anni le tribù di *ergaster*, la cui densità demografica doveva essere all'incirca di un individuo ogni dieci chilometri quadrati, avrebbero potuto coprire una distanza di mille chilometri. In quest'ordine di idee, nei 200.000 anni

trascorsi dalla nascita di *ergaster* ai primi ritrovamenti di ominini in Asia orientale si può ipotizzare uno spostamento potenziale di più di 20.000 chilometri, cioè la distanza che intercorre fra l’Etiopia e le regioni più lontane del vecchio mondo.

È l’inizio della prima grande diaspora dell’umanità, la prima grande migrazione di una popolazione appartenente al nostro genere. *Homo ergaster*, superando barriere geografiche e adattandosi a regioni molto diverse fra loro, colonizzò una vasta porzione del Vecchio Mondo. L’“uomo di Pechino” e l’“uomo di Giava” rappresentano le versioni asiatiche di *Homo ergaster* o *erectus*, in un certo senso i primi “scopritori” e colonizzatori del continente asiatico. Stranamente, gli *erectus* rinvenuti a Zhoukoudian, vicino a Pechino, come quelli di Giava, non usavano i bifacciali e in generale, fino alla loro scomparsa avvenuta molte centinaia di migliaia di anni dopo, mostrarono una forte stabilità nelle tecnologie adottate e nel comportamento sociale. Forse si erano separati dai loro antenati africani prima che questi inventassero la tecnologia acheuleana e non ne avvertirono il bisogno.

Per due terzi del suo arco temporale l’evoluzione umana avvenne soltanto in Africa, poi cominciò la planetarizzazione. Da questo momento nel cespuglio degli ominini fanno irruzione fenomeni evolucionistici inediti: migrazioni locali, cioè spostamenti limitati, ma rapidi, di popolazioni da un’area geografica a un’altra, anche lontana; dispersioni, cioè frammentazioni di

popolazioni su vasta scala in nicchie ecologiche separate (che possono dare origine a speciazioni allopatriche); colonizzazioni, cioè l'occupazione stabile di nuove aree geografiche su larga scala e in tempi lunghi. Grazie a questi processi, per la prima volta l'areale di distribuzione di un singolo ominino non sarà più limitato alla porzione di territorio compresa fra il Ciad e l'oceano Indiano (già di per sé ampia e complessa), ma si estenderà fino a coprire tutto il Vecchio Mondo (Africa ed Eurasia): un evento unico nella nostra evoluzione, una profonda irreversibilità storica che segnerà per sempre il nostro destino di specie "planetaria".

Gli umani si diffondono in tutto il Vecchio Mondo

A testimoniare l'estrema antichità e velocità del primo grande processo di "globalizzazione" dell'areale umano hanno contribuito in questi anni le datazioni della presenza di *Homo erectus* in Asia orientale. Se i primi ritrovamenti di Dubois e dei suoi successori non andavano oltre il milione di anni, oggi sappiamo che un cranio disseppellito nel 1979 a Sangiran, nell'isola di Giava, è vecchio di 1.500.000 anni (e ci troviamo a migliaia di chilometri dagli altipiani etiopici...). In Cina la presenza umana è sembrata leggermente più tarda e le datazioni più antiche di *erectus* arretravano non oltre gli 800.000 anni fa. Oggi i paleoantropologi cinesi ritengono invece che la presenza di *Homo erectus* nell'area sia da retrodatare addirittura a 1 milione e mezzo di anni fa, come testimonierebbero le ossa e gli

utensili scoperti dal 1999 nel sito di Renzidong, nella provincia del Sichuan.

Da questo momento in poi lo spazio geografico in cui il cespuglio degli ominini si ramifica tende a essere uno spazio planetario. Per le molteplici uscite dall'Africa dei nostri antenati ominini, il corridoio del Levante in Medioriente e la penisola arabica sono stati punti di passaggio fondamentali. *Homo ergaster* espande i suoi territori di insediamento. Si sposta in piccoli gruppi di 25-30 individui e si diffonde nelle vallate e negli altipiani africani. Poi, per la prima volta nella storia, un ominino valica i confini dell'Africa. Lo ritroviamo, con datazioni molto antiche che sfiorano i due milioni di anni, nelle vallate del Piccolo Caucaso in Georgia, a Ubeidiya in Medio Oriente, lungo le coste dell'Asia e nell'attuale Pakistan a Riwat. A partire da 1,5 milioni di anni fa è a Renzidong e poi a Zhoukoudian in Cina, a Sangiran sull'isola di Giava. In un lasso di tempo che abbraccia decine e centinaia di migliaia di anni, i primi rappresentanti del genere *Homo*, partiti da una vallata del Corno d'Africa, si affacciano sul Pacifico. È solo la prima di molte diaspore.

A metà strada fra il Mar Nero e il Mar Caspio, alla confluenza di due fiumi, nel 2000 sotto le rovine di un castello medioevale sono affiorati i resti di un insediamento umano di età sbalorditiva: 1,85 milioni di anni, la data più antica mai documentata finora al di fuori dell'Africa. Il sito di Dmanisi, in Georgia, ha restituito decine di fossili appartenuti a più individui. I

manufatti sono di tipo primitivo e gli individui (almeno cinque i crani studiati e comparati, caso raro e prezioso di studio popolazione su umani così antichi) sono molto diversi gli uni dagli altri nella morfologia, soprattutto della faccia. La combinazione unica di caratteri, alcuni dei quali riconducibili all'antenato *H. habilis* e altri più vicini a *H. ergaster* e *H. erectus*, ha indotto gli scopritori a proporre una nuova sotto-specie, *Homo erectus georgicus*, per questa enigmatica popolazione pioniera, capace per la prima volta di sopravvivere in ecosistemi diversi da quelli africani. Labilità della definizione di "specie" a parte, la vicenda degli ominini del genere *Homo* si intreccia ora strettamente con la storia climatica, meteorologica e geologica del pianeta intero. Inizia il processo di coevoluzione e di trasformazione reciproca fra le molteplici nicchie ambientali terrestri e le popolazioni umane che vi si adattano, che le attraversano, le abitano, le sconvolgono, le sfruttano. Sarà una storia difficile da raccontare ma entusiasmante: una storia di colonizzazioni, di ibridazioni, di ondate migratorie, di competizioni fra popolazioni, di estinzioni, di esplosioni creative. Le popolazioni di cacciatori raccoglitori, adattandosi ad habitat diversi, svilupperanno quella forte intimità con la natura, quel senso di appartenenza e di interdipendenza verso la terra e le altre forme animali, quella sensibilità per tutte le manifestazioni del vivente che ancora appartiene all'universo simbolico e spirituale dei popoli nativi.

Le nozioni monolitiche di “uomo primitivo” e di “ambiente ancestrale” si sbriciolano: non vi è traccia né di una specie unica né di un ambiente ancestrale omogeneo. Lo scenario è piuttosto quello di un mosaico intricato e complesso di specie in trasformazione e di nicchie ambientali instabili. Alla luce di questa ricostruzione aggiornata, la savana per come la conosciamo oggi è stato il nostro ambiente elettivo solo in tempi recenti (dopo una lunga e felice convivenza con uno stile di vita misto) e solo per il poco tempo necessario a colonizzare il Vecchio Mondo. Siamo stati quasi sempre una famiglia di specie poliedriche, duttili e abituate a una molteplicità di nicchie ecologiche. È molto difficile presumere, come spesso si è fatto, che il retaggio di un ambiente originario africano condizioni ancora i nostri comportamenti attuali, allungando la sua ombra su di noi. Il nostro segreto, al contrario, è stata la plasticità comportamentale.

Il quadro ambientale, dunque, si complica proprio al culmine della colonizzazione del Vecchio Mondo da parte di *erectus*. Le oscillazioni climatiche dell'età glaciale si acuiscono intorno a un milione di anni fa, alterando il clima non soltanto nelle aree settentrionali di Europa e Asia. Le calotte polari avanzano e arretrano vigorosamente, abbassando e innalzando il livello dei mari di decine di metri: le penisole diventano isole e poi ritornano penisole; gli istmi si inabissano e riaffiorano; le vallate settentrionali restano circondate dal ghiaccio e poi si riaprono; la vegetazione si sposta in latitudine e in

quota, e con essa si spostano le mandrie di erbivori dalla cui esistenza dipendeva quella degli ominini. L'instabilità climatica produce quindi un'instabilità geografica e ambientale generale. Le specie sono obbligate a spostarsi e la frammentazione degli habitat le espone spesso all'isolamento reciproco. Come abbiamo visto, sono queste le condizioni favorevoli per una nuova radiazione adattativa, per una diversificazione di forme, ma questa volta estesa, nel caso del genere *Homo*, a gran parte delle terre emerse.

Molti eventi cruciali di questo dramma evolutivo rimarranno per sempre nascosti. La storia degli ominini del Pleistocene conserverà i suoi segreti, anche perché la documentazione paleontologica, ora estesa a tre continenti, è molto lacunosa su questo periodo ed è una vera beffa che manchino dati certi proprio per la fase critica durante la quale si sono create le condizioni per l'emergenza della nostra specie.

Il caso vuole che la maggior quantità dei reperti di questa fase provenga non dall'Africa ma dall'Europa, dove sono stati aperti più siti archeologici. Ma l'instabilità climatica interessò tutto il pianeta ed è facile supporre che molti eventi di speciazione e di migrazione abbiano coinvolto anche gli altri continenti e a maggior ragione l'Africa per l'antichità del suo popolamento. Da questo complesso e oscuro quadro planetario sarà molto difficile ricostruire l'esatto luogo d'origine di ciascuna specie, tanto che la paleoantropologia dovrà ricorrere

all'aiuto prezioso della genetica comparata per risolvere i suoi dubbi.

Ci stiamo dunque avvicinando a quell'epoca confusa e misteriosa durante la quale ha avuto origine la nostra specie. Ma prima di addentrarci nelle nebbie che avvolgono l'evento possiamo trarre una prima conclusione provvisoria: se noi "immergiamo" l'evoluzione umana nel crogiuolo complesso delle sue connessioni ambientali, climatiche ed ecologiche otteniamo un'immagine del processo di trasformazione dei nostri antenati fortemente contingente. È stata un'evoluzione a scossoni, a ritmi spaiati, durante la quale le innovazioni più importanti sono comparse sporadicamente e raramente: non vi sono segnali apparenti di un lento e continuo raffinamento progressivo delle caratteristiche "umane". Da questo momento in poi la geografia diventa centrale e le parole d'ordine dell'evoluzione umana saranno: spostarsi, espandersi, migrare.

Il cranio di Dmanisi riapre la sfida tra lumpers e splitters

Nel 2013 un dibattito sull'evoluzione del genere *Homo* ha agitato le acque della paleoantropologia e ha riportato in auge una contrapposizione tra due epistemologie che sembrava sopita: quella fra un'interpretazione lineare (o anagenetica) dell'evoluzione umana e un'interpretazione ramificata o cladogenetica. Nel sito di Dmanisi, in Georgia, il paleoantropologo David Lordkipanidze

aveva scoperto nel 2005 un cranio completo, appartenuto a un individuo adulto del genere *Homo* vissuto intorno a 1,8 milioni di anni fa, associato perfettamente a una mandibola trovata cinque anni prima. È il reperto meglio conservato al mondo per capire l'anatomia della testa dei primi rappresentanti del nostro genere. Inoltre, come abbiamo visto, l'insediamento di Dmanisi è il più antico mai rinvenuto finora al di fuori dell'Africa ed è ritenuto un crocevia della prima grande "uscita dall'Africa" dei nostri antenati, avvenuta poco dopo i due milioni di anni fa. L'interesse della scoperta è dunque massimo. Dopo otto anni di lavoro su questi eccezionali reperti, un team internazionale di paleontologi coordinati dallo stesso Lordkipanidze pubblica su "Science", il 18 ottobre 2013, la descrizione dei fossili e un'ipotesi sul loro possibile significato evolutivo.

Il più antico cranio umano fuori dall'Africa presenta un mix di caratteri particolari, alcuni avanzati e altri più "arcaici": la capacità cranica è di soli 546 cc; la faccia è larga e robusta, da gran masticatore; la mandibola è protrusa in avanti; la tecnologia è del primo tipo, rudimentale; la statura ridotta. Nel complesso i tratti morfologici sono molto simili a quelli dei primi *Homo* vissuti in Africa orientale nello stesso periodo (cioè *Homo habilis* e *Homo ergaster*). Emerge quindi un primo dato interessante: non ci vollero né un grande cervello né strumenti sofisticati per mettersi in cammino

ed espandere il proprio territorio fino al Medioriente e poi alle vallate del Caucaso.

Ma c'è dell'altro. Facendo una comparazione analitica fra questo cranio e altri quattro già scoperti nello stesso sito di Dmanisi, i ricercatori fanno notare che la variabilità morfologica fra i cinque individui georgiani è molto alta. Fatta la tara alle differenze di età e di sesso, gli esemplari di questa popolazione euroasiatica di primi *Homo* sono molto diversi l'uno dall'altro in molti dettagli anatomici (nella faccia, nella forma della testa, nelle dimensioni complessive), pur appartenendo, sembrerebbe, alla stessa specie. Non sono infatti più diversi da come apparirebbero dalle stesse analisi comparative cinque umani moderni o cinque scimpanzé.

Fin qui, abbiamo la descrizione analitica del ritrovamento fossile (datazione, morfologia, etc.) associata ad alcuni indizi su possibili generalizzazioni: i primi *Homo* erano morfologicamente molto variabili, il che di per sé non sorprende visto che vivevano in un contesto ecologico instabile ed eterogeneo, dal Sudafrica al Mar Nero (erano insomma forme di transizione fra le ultime australopithecine con ancora caratteri arboricoli residui e un cervello stabilmente di 400-450 cc e le forme del genere *Homo* più slanciate, completamente bipedi e con un cervello in espansione).

Come d'uopo iniziavano poi, nella parte finale dell'articolo su "Science", le interpretazioni degli scopritori a proposito delle implicazioni di questa scoperta sul modello generale dell'evoluzione umana

corroborato fino a questo momento. Gli autori dell'articolo ipotizzavano, in particolare, che la variabilità così spiccata, in un sito geograficamente localizzato, fosse tale da includere nel suo spettro anche tutte le varianti africane coeve fin qui attribuite a *Homo habilis*, *Homo rudolfensis* e *Homo ergaster*, che quindi vengono raggruppate in una singola linea evolutiva di "primi Homo", con una continuità geografica attraverso continenti diversi. In pratica, si suggeriva la presenza di una sola grande specie all'inizio del nostro genere, e non tre o quattro come pensavano (e continuano a pensare) molti altri paleoantropologi.

L'idea piuttosto radicale del gruppo di Lordkipanidze è che vi sia stata, in quel periodo, un'unica specie di *Homo erectus*, originatasi in Africa, polimorfica, con varie fasi temporali di trasformazione (per esempio la crono-sotto-specie africana *H. erectus ergaster*) e molta variazione intraspecifica a livello di singole popolazioni, come appunto in Georgia per la variante geograficamente localizzata che gli scopritori proposero di chiamare assai pomposamente *Homo erectus ergaster georgicus*. Gli autori aggiungevano cautamente che si trattava di un'ipotesi filogenetica ancora tutta da consolidare. La documentazione fossile è infatti frammentaria in quel periodo. Loro difendevano l'idea che la prima uscita dall'Africa fosse stata realizzata da un'unica specie polimorfica che spaziava dall'Etiopia fino a Giava. All'albero cespuglioso degli ominini tratteggiato negli ultimi anni bisognava quindi togliere

almeno tre specie (cioè tre rami) e raggrupparle in una sola. Una drastica potatura.

Molti paleoantropologi si dichiararono però fin da subito in disaccordo, per varie ragioni. Il modello si basava infatti su un'assunzione evolucionistica controversa, e cioè che la distinzione fra linee di discendenza (indicante ciascuna una specie) debba implicare, in ognuna di esse, una forte riduzione della variabilità morfologica. Non è sempre così: dipende dagli adattamenti alle differenti nicchie ecologiche. Gli esemplari di Dmanisi potrebbero appartenere a una specie distinta e autoctona, e pur tuttavia essere molto variabili morfologicamente. Oppure potrebbero essere di specie differenti, vissute nello stesso sito, su un arco di tempo di più di 100.000 anni. Ci sono poi alcuni problemi tecnici nella scelta dei tratti da considerare e nelle statistiche di assemblaggio e di comparazione dei reperti. Con il metodo adottato nell'articolo – ha notato Bernard Wood – anche un Neanderthal finirebbe nella stessa specie, il che è assurdo.

Infine, così come è difficile provare che le popolazioni dei primi *Homo* fossero geneticamente distinte (non abbiamo la macchina del tempo per verificare che non si accoppiassero tra loro, ma possiamo dedurlo da dati morfologici e geografici), allo stesso modo è difficile convincersi che vi fosse una continuità genetica così globale, dall'Africa a tutta l'Eurasia. Come fa una popolazione biologica sparsa dal Sudafrica al Caucaso, dalla Spagna al Medioriente, dalla Rift Valley a Giava, a

rimanere universalmente interfeconda e polimorfica per ben due milioni di anni? Come avveniva il flusso genico con densità di popolazione basse com'erano allora? Va poi aggiunto che è in ogni caso difficile capire se una morfospécie (cioè una popolazione biologica definita solo in base alle sue caratteristiche morfologiche fossilizzate) sia davvero distinta da altre specie limitrofe.

Nonostante la stampa avesse chiassosamente commentato il loro articolo come una rivoluzione, un "ritorno al modello unilineare" (o come la morte del cespuglio degli ominini), gli autori dell'articolo sul cranio di Dmanisi distinguevano chiaramente e correttamente due livelli: i dati consolidati, prima; la loro interpretazione, poi, presentata come un modello ipotetico che convive con scenari alternativi. Sui primi non ci piove. La seconda è invece materia per specialisti, soggetta a revisioni e bisognosa di ulteriori dati per raffinarsi. Per dirimere la questione di merito (quante specie all'inizio del genere *Homo*?) dovremo studiare altri fossili, se possibile provenienti da altri siti, africani e non. Dovremo colmare le molte lacune della documentazione in fasi cruciali del Pleistocene e capire meglio le dinamiche di uscita dall'Africa a più riprese di forme del genere *Homo* (quella di Dmanisi potrebbe essere una popolazione di *early Homo* che ancora possedevano una forte variabilità intraspecifica che poi si è frantumata in specie differenti). Raramente nella scienza una singola scoperta ha il potere di sovvertire un modello ormai consolidato.

Con o senza potature, risulta infatti impossibile ormai riunire tutte le specie di *Homo* in un'unica linea, con una sola grande specie per volta che da Dmanisi fino a oggi culminerebbe gradualmente in *Homo sapiens*. Basta fare i conti. Anche ammettendo che *H. habilis*, *H. rudolfensis* e *H. ergaster* vadano riuniti in un'unica forma, in quello stesso periodo erano presenti in Africa anche *Australopithecus sediba* al sud e almeno due specie del genere *Paranthropus*. Tre generi di ominini in contemporanea, nello stesso continente. Quindi la situazione nella fase evolutiva in questione, anche nell'ottica eventuale di riduzione delle specie, è fittamente ramificata. Come abbiamo visto, da decenni in paleoantropologia si contrappongono la scuola dei "lumpers" da una parte e la scuola degli "splitters" dall'altra. L'articolo di "Science" del 2013 era in pieno stile *lumper*, ma la partita è aperta.

Peraltro, l'ipotesi di Lordkipanidze e colleghi non sembra molto più parsimoniosa delle altre: fa grande differenza, in termini di semplicità del modello, se all'inizio del genere *Homo* c'erano tre specie geograficamente distinte oppure un'unica specie con varie sotto-specie cronologiche e una pletora di varianti regionali dai nomi impronunciabili? Un *lumper* tenace potrebbe ribattere: non sarà la fine del cespuglio degli ominini in generale, ma almeno del genere *Homo* sì. Non è così. Come vedremo tra poco, anche se riunissimo le prime tre specie, il genere *Homo* resterebbe rigogliosamente ramificato, con almeno altre otto specie

riconosciute come distinte. Ci si può insomma dividere fra *lumpers* prudenti e *splitters* più arditi nel coniare nuovi nomi di specie (come Ian Tattersall), ma in ogni caso l'idea di un'unica linea di discendenza per l'intero genere *Homo* non è più resuscitabile.

Capitolo sesto

I tanti uomini scimmia del Pleistocene

“Che cos’è la cultura, papà?”, chiese Oswald, con la bocca piena di carne di elefante. “Fin dove dobbiamo spingerci, papà?”, domandai io. “Pensavo che stessimo già più che bene”. “Sciocchezze”, sbuffò papà, “stiamo bene? Fra poco avrai il coraggio di affermare che ci siamo perfettamente adattati all’ambiente. È ciò che dicono tutti quelli che si sono stancati di evolvere, sono le ultime parole famose dello specialista, prima che sopraggiunga a mangiarselo uno specialista ancora più specializzato. Quante volte devo dirtele queste cose, Ernest? In certi momenti penso che tra le orecchie tu non abbia nulla. E hai il coraggio di definirti il culmine e il coronamento di un milione di anni di travaglio evolutivo da parte dei tuoi antenati!”.

Roy Lewis, 1960

A zio Vania proprio non va giù l’idea che gli uomini scimmia debbano ribellarsi alla natura inventando il fuoco, la cottura e mille altre diavolerie. Era meglio restare sugli alberi, anziché rubare le scintille ai vulcani. La smania innovatrice del fratello Edward suscita in lui pedanti rampogne, quando scende nella grotta a trovare i parenti ominini (anche se non disdegna di assaggiare qualche cosciotto di antilope arrosto). Il progresso non lo convince: è arrogante sfidare la natura, carpire i suoi segreti, si rischia di perderne il controllo. E poi i denti sono ancora quelli di una volta, come si fa?

Edward fa spallucce, è un inguaribile ottimista. Sogna di poter essere il protagonista della “svolta”, della grande scoperta che segnerà l’ascesa definitiva dell’uomo. Ci prova in ogni modo, nonostante le perplessità delle femmine. Questa volta ha portato nella grotta un tizzone acceso, per vedere l’effetto che fa. I moniti di zio Vania sono inutili, la curiosità umana non si ferma. Vania se ne ritorna indignato nella foresta, scottato dal fuoco portatile: “Ti estinguerai, vi estinguerete tutti in men che non si dica! Siete fritti! Torno sugli alberi. Stavolta hai passato il segno, Edward. Come a suo tempo ha fatto il brontosauo!”.

Con questi spassosi battibecchi sul concetto di progresso inizia il divertente racconto comico di Roy Lewis del 1960, Il più grande uomo scimmia del Pleistocene, una saga preistorica piena di humour e di trovate geniali che per alcuni anni è stato un bestseller in molti paesi. Una piccola tribù familiare di uomini scimmia del Pleistocene appartenenti a qualche specie del genere Homo, guidati dall’intraprendente Edward, va alla conquista del mondo e fa le scoperte più sensazionali della storia dell’evoluzione umana. Cose pericolosissime: il fuoco, le lance, le frecce, il matrimonio. I dodici ominini, traslocando di caverna in caverna perché sloggiati da qualche predatore, imparano un sacco di cose nuove, spesso a loro spese: principalmente, mangiare senza essere mangiati, cucinare senza essere cucinati.

Un bel giorno Edward convince i figli a partire per una lunga battuta di caccia. Ma non è vero. Li sta portando lontano, verso nord, ai confini dell'orda più vicina. Dopo uno snervante cammino nella foresta, quando sono vicini all'accampamento dei loro simili, Edward dà la scioccante notizia ai suoi cuccioli: è tempo di accoppiarsi. Ma come?, obiettano, non dovevamo unirvi alle nostre tre sorelle predestinate? No, urla perentoriamente Edward, "da oggi comincia l'esogamia. Gonfiate il petto, come i piccioni, oppure le guance come le rane, o fatevi venire le chiappe arancione, o qualcosa del genere". I figli, lasciati soli, dopo alcune rimostranze accettano la sfida e in modo piuttosto rocambolesco trovano le loro nuove compagne, più o meno amabili.

Il primo esperimento di unione extra orda andrà a buon fine, fra mille vicissitudini. I giovani uomini scimmia si preparano al ritorno trionfale nell'orda paterna, dove li aspetta uno sfarzoso banchetto nuziale. Nel bel mezzo di questo antecedente preistorico di tutte le grigliate all'aperto dell'umanità, la comunità si ricompone in una grande danza riconciliante diretta dal solito infaticabile Edward, il gruppo delle donne si allarga e gli uomini possono riprendere le loro attività di ricerca scientifica capeggiati dal figlio maggiore Oswald. Ci sono ancora molti progressi da fare.

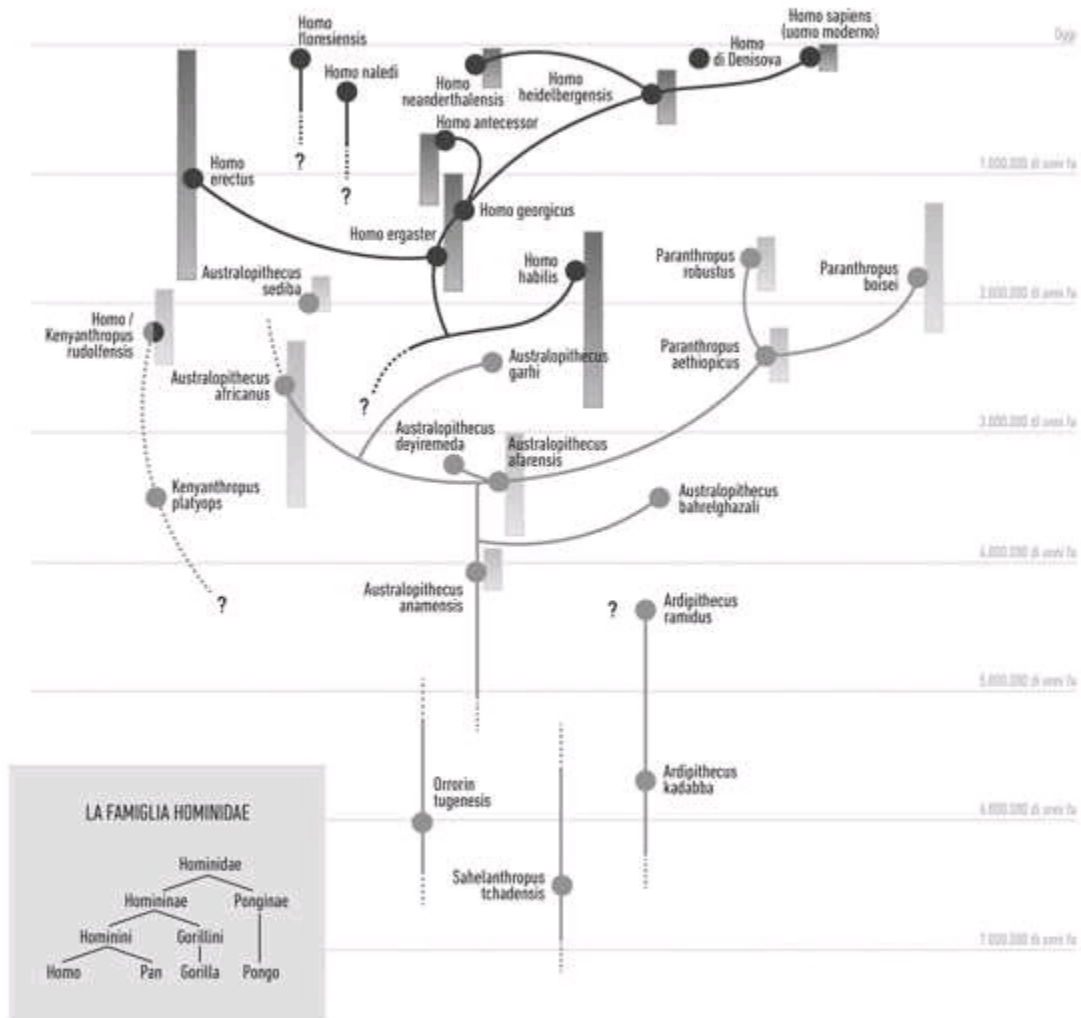
Infatti, alcuni anni dopo, il vecchio Edward riuscirà finalmente a produrre il fuoco artificialmente, percuotendo una strana pietra rossa. Ma la prima

dimostrazione, quasi a voler dar ragione allo zio Vania, si trasforma in un incendio colossale che rischia di soffocare l'intera orda. Sarà necessario un nuovo trasloco e con esso inizieranno i primi screzi fra il padre, che vuole divulgare all'umanità intera la sua scoperta, e i figli ormai adulti che vogliono invece barattare il loro potere con i vicini. Le trovate di Edward si susseguono e diventano sempre più ingestibili per l'orda finché, di fronte all'ennesima invenzione pericolosa del padre (il tiro con l'arco), Oswald e i fratelli decidono quasi spontaneamente di inaugurare due nuove istituzioni in una volta sola: il cannibalismo e il parricidio. Durante una dimostrazione della nuova arma, un incidente apparentemente fortuito mette fine alle brame di conoscenza del più grande uomo scimmia del Pleistocene: "Tale fu la fine carnale del padre: quella che egli stesso avrebbe desiderato... cadere vittima dell'arma più moderna ed essere mangiato nel modo più civile. Così assicurammo la sopravvivenza sia della sua carne sia della sua ombra. Egli continua a vivere in noi, mentre nell'altro mondo fa polpette di elefanti onirici nei beati terreni di caccia".

Con buona pace di zio Vania il nostalgico e dei suoi timorosi nipotini, il sogno di Edward si compirà. In groppa a un elefante onirico guarderà con soddisfazione i suoi discendenti. La "svolta" è alle porte. Nel cespuglio del genere Homo si stanno creando le condizioni improbabili per una piccola rivoluzione anatomica e comportamentale al termine della quale

nulla sarà più lo stesso. Sta per fare il suo ingresso Homo sapiens, l'artista, l'inventore, il sognatore, il più grande uomo scimmia del Pleistocene...

L'ALBERO GENEALOGICO DELL'UMANITÀ



Autore: Telmo Pievani.
Fonte: aggiornamento da T. Pievani, Homo sapiens. Le nuove storie dell'evoluzione umana, Libreria Geografica, Novara, 2016.

L'albero genealogico fittamente ramificato dell'evoluzione umana, da sei milioni di anni fa (in basso) a oggi. *Homo sapiens* è l'ultimo, giovane ramoscello in alto a destra. Si notino le convivenze tra la

nostra specie e almeno altre tre forme umane fino a epoche molto recenti.

Cespugli nel cespuglio: l'umanità in Europa

La diaspora planetaria di *Homo erectus* e degli altri uomini scimmia del Pleistocene impone, d'ora in poi, una trattazione che tenga conto degli sviluppi paralleli del nostro genere nei diversi continenti. Ma che fine hanno fatto gli altri generi di ominini africani? Le australopithecine scompaiono, per ragioni connesse probabilmente all'ulteriore irrigidimento del clima, insieme alla forma etiopica di *Australopithecus garhi*, che resiste fino a 2 milioni e mezzo di anni fa, e alla forma sudafricana *Australopithecus sediba* che riesce a superare la soglia dei 2 milioni di anni fa. Più longevi saranno i parantropi, alcuni dei quali superano il "giro di boa" di 1,5 milioni di anni fa. Nel cespuglio lussureggiante degli ominini si scopre di nuovo che specie ritenute sequenziali hanno in realtà avuto lunghissimi periodi di evoluzione parallela e, a quanto pare, pacifica. *Homo ergaster* convisse per quasi un milione di anni con almeno due diverse specie di parantropi, il *Paranthropus robustus* dell'Africa meridionale e il *Paranthropus boisei* dell'Africa orientale. Nel sito sudafricano di Swartkrans si trovano reperti di parantropi e di *ergaster* insieme nelle stesse grotte, uniti a utensili di pietra e a piccoli focolari che si

presume (ma chi può saperlo...) fossero utilizzati solo dalla seconda specie.

Questa convivenza ha caratteristiche particolarmente impressionanti dal punto di vista morfologico ed evolutivo. Il confronto fra un cranio di *Homo ergaster*, visibilmente “pre-umano”, e il cranio di un parantropo, decisamente arcaico e per certi aspetti simile a quello di un gorilla attuale, è molto istruttivo. Si tratta di due forme ominine radicalmente diverse per anatomia, comportamento, dieta, organizzazione sociale: un ominino snello, slanciato e con una capacità cerebrale di quasi 1000 cc da una parte; uno tozzo e massiccio, dalle robuste mascelle, dall'altra. Sembrerebbe una sfida evolutiva impari, eppure hanno vissuto insieme, negli stessi territori, per centinaia di millenni.

Entrambe le specie sono molto stabili (gli esemplari più antichi sono simili ai più recenti) e longeve. In altri termini, il medesimo habitat ha ospitato a lungo due specie stabili con abitudini molto diverse: onnivoro ed esperto macellatore di carcasse *Homo ergaster*; erbivoro ghiotto di semi e radici *Paranthropus boisei*. L'ecologia africana dimostra ancora una volta di poter accogliere più di una specie ominina contemporaneamente e per lungo tempo, senza che una prevalga sull'altra o monopolizzi le risorse disponibili.

Ciò conferma un fatto ancor più interessante (che tornerà tra poco anche per casi più recenti), e cioè che non necessariamente le forme di *Homo* sono colpevoli dell'estinzione delle australopitecine e dei parantropi per

mezzo di una competizione fisica violenta o di una competizione indiretta per le risorse. Forse le cause dell'estinzione di australopitecine e parantropi sono altre: recentemente è emersa l'ipotesi di una riduzione graduale del loro habitat causata dall'espansione dei babbuini terricoli... una versione della storia decisamente imbarazzante per il nostro orgoglio antropocentrico.

Il fatto certo è che superata la soglia di un milione di anni fa anche il genere dei parantropi scompare e ci lascia soli a difendere la bandiera della famiglia ominina. Nel frattempo *Homo ergaster*, affrancandosi definitivamente dagli ambienti di foresta mista a savana e inaugurando l'epoca delle peregrinazioni ominine, aveva esteso il suo dominio sulla fascia tropicale del Vecchio Mondo fino all'Estremo Oriente e le separazioni delle sue stirpi continentali cominciavano ad approfondirsi. Anche per questo, alcuni paleoantropologi preferiscono chiamare *Homo erectus* soltanto le forme asiatiche, mentre continuano a usare il termine *Homo ergaster* per definire *Homo erectus* africano anche di epoche più recenti.

Intanto in Africa il tardo *Homo ergaster* subisce un'evoluzione nella forma del cranio, come testimoniano il ritrovamento della calotta cranica di Daka in Etiopia e gli importanti resti di Buia, in Eritrea, risalenti a circa un milione di anni fa. L'ominino di sesso probabilmente maschile, di età giovane adulta, scoperto nel 1995 da un team italiano nella località della Dancalia eritrea di Buia, abitava in un ambiente di savana con ampi spazi verdi,

fiumi e laghi. Aveva una capacità cranica di 995cc e la sua morfologia presenta caratteristiche arcaiche tipiche di *H. erectus/ergaster*, con tuttavia alcuni indizi (nelle ossa parietali del cranio e nella morfologia del mascellare) che sembrerebbero anticipare forme successive. Lo stesso ominino potrebbe aver lasciato le impronte recentemente scoperte nel sito di Aalad-Amo, in Eritrea, datate intorno a 800.000 anni fa circa. Dopo 5 milioni di anni di storia umana ricostruiti grazie alle generose offerte dei siti africani, il primato dei dati archeologici passa all'Europa e all'Asia, mentre l'Africa a parte Buia e poco altro si mostra stranamente avara.

La prospettiva del tempo profondo è abbastanza severa nei confronti dell'Europa: sono già passati più di cinque milione di anni di storia del cespuglio ominino e il nostro continente non ha avuto ancora nessun ruolo. Mentre nelle vallate iberiche e italiane o nelle pianure francesi e tedesche grandi mammiferi di ogni specie si moltiplicavano indisturbati in un ambiente ricco e fertile, più dell'80% dell'evoluzione umana si era già svolta altrove.

Per circa un milione di anni la diaspora planetaria degli ominini non giunse fino all'Europa, poiché fino ad allora le popolazioni di *H. erectus* avevano preferito spostarsi in senso longitudinale per cercare habitat subtropicali o comunque caldi. In Spagna, tra 1,3 milioni e 780.000 anni fa, nel sito della Gran Dolina nella Sierra di Atapuerca appare la forma preumana più antica finora rinvenuta con certezza in Europa, discendente da *Homo*

ergaster, dotata della sua stessa tecnologia acheuleana ma con una conformazione anatomica più simile a quella dell'uomo moderno. Fino al 1994 si era creduto che la presenza ominina in Europa non potesse superare i 500.000 anni, poiché tutti i principali siti del continente (in Germania, in Francia, in Inghilterra e in Italia) non arretravano oltre quella barriera cronologica. Oggi invece sappiamo che oltre alla Spagna anche Italia e Francia erano abitate da esseri umani già ben prima di un milione di anni fa.

Lo scopritore dell'uomo di Atapuerca, José Maria Bermúdez de Castro, ha notato nei primi europei una riduzione del prognatismo e una discreta crescita del volume cerebrale rispetto a *ergaster*, al punto da ritenerla una nuova specie, battezzata nel 1994 *Homo antecessor*. Essa fu inizialmente interpretata come un antenato diretto di *Homo sapiens*, in altre parole (e come poteva essere altrimenti?) fu intesa come l'anello intermedio fra *Homo erectus* e *Homo sapiens*. In realtà, non è così: si trattava di un binario europeo parallelo, proveniente dall'Africa e andato poi alla deriva lungo le vallate del nostro continente. Secondo il paleontologo Juan Luis Arsuaga, sei scheletri di *H. antecessor* della Gran Dolina mostrerebbero segni evidenti di scarnificazione e di macellazione di tipo umano: si sarebbe trattato (il condizionale è d'obbligo) di un rituale cannibale durante il quale sono stati uccisi e divorati i corpi di sei membri della tribù di diverse età, fra i quali un bambino.

La seconda Out of Africa: il quadro si complica

Agli albori del Pleistocene medio (che va da 780mila a 135mila anni fa) o poco prima, fa la sua comparsa una nuova specie, diffusa in tutto il Vecchio Mondo e diversa da *H. ergaster*. Presenta una notevole espansione cranica (fino a 1200 cc o poco più), adotta la tecnologia acheuleana, la scheggiatura bifacciale, e mostra una padronanza del territorio decisamente più avanzata (costruisce le prime capanne in spazio aperto, recupera le pietre utili anche a chilometri di distanza). È chiamata *Homo heidelbergensis* (dal sito di Mauer, vicino ad Heidelberg, dove fu scoperta una mandibola da Otto Schoetensack nel 1907) e i suoi resti vengono oggi riportati alla luce in Europa (in Spagna, in Francia, in Gran Bretagna, in Italia, in Grecia e in Germania), in Africa (nei siti di Bodo in Etiopia, di Kabwe in Zambia, di Irhoud in Marocco) e in Cina (a Dali e Jinniushan). Un quadro geografico complicato.

Gli studiosi ipotizzano che *H. heidelbergensis* sia stato il protagonista di una seconda grande ondata di popolamento umano a partire dall'Africa e che poi a causa della separazione geografica abbia iniziato a dividersi in più varianti, le quali in alcuni casi hanno sostituito le specie diffuse precedentemente. Intorno a 700-600mila anni fa si ripete dunque lo stupefacente processo di diversificazione e di speciazione geografica indotto da una grande espansione di areale fuori dall'Africa. Le migrazioni del genere *Homo* riguardano adesso una molteplicità di specie, talvolta conviventi

negli stessi territori. L'espansione di areale favorisce nuove speciazioni geografiche. Altri ramoscelli si aggiungono al cespuglio della filogenesi umana.

A questo punto il quadro migratorio si complica perché i nuovi arrivati vanno a sovrapporsi in alcuni casi ai discendenti della prima Out of Africa, conclusasi un milione di anni prima. Ulteriore fatto interessante, la seconda ondata segue gli stessi corridoi geografici della prima: valle del Nilo e costa del Mar Rosso verso il Mediterraneo; corridoio del Levante e da qui smistamento verso l'Asia e verso l'Europa. Qui gli *H. heidelbergensis* sono presenti in siti come Petralona in Grecia e Arago in Francia, e intorno a 300mila anni fa cominciano a presentare caratteristiche pre-neanderthaliane (tipiche cioè della più nota specie europea, Neanderthal, che incontreremo tra poco). Sono però anche presenti nella loro conformazione ancestrale, come si evince dalla calotta cranica scoperta nel 1994 nel sito di Ceprano, nel Lazio meridionale. Questo antichissimo "italiano", datato a circa 400mila anni fa, mostra una discreta espansione del cervello e un mosaico piuttosto complesso di caratteristiche arcaiche e moderne. Il reperto di Ceprano potrebbe rappresentare una variante arcaica di *Homo heidelbergensis* da cui presero avvio le distinte storie evolutive dei Neanderthal in Europa e della nostra specie, *Homo sapiens*, in Africa.

A Sima de los Huesos, nella Sierra de Atapuerca in Spagna settentrionale dove pure aveva abitato *Homo antecessor*, sono stati trovati i resti scomposti di ben

trenta individui della specie *H. heidelbergensis*, vissuti intorno a 500mila anni fa. Appartengono quindi alla seconda ondata di colonizzazione del continente europeo, che probabilmente non incontrò mai la precedente perché già estintasi per ragioni climatiche intorno a 600mila anni fa. L'Europa, propaggine occidentale a fondo chiuso dell'Eurasia, si conferma pertanto come un luogo di arrivo di ripetute ondate migratorie umane dall'Africa e dal Medioriente.

I primi umani in Europa hanno lasciato anche le orme. Sulle coste inglesi del Norfolk, presso Happisburgh, è stata scoperta nel 2014 una camminata fossilizzata di esseri umani (cinque individui, fra adulti e bambini, forse un gruppo familiare) impressa nel fango fluviale ben 850mila anni fa. È la più antica mai rinvenuta fuori dall'Africa. Potrebbe essere il segno della presenza di discendenti di *Homo antecessor*, i pionieri europei della prima "out of Africa". Le maree l'hanno fatta emergere e in poco tempo l'hanno anche consumata (non prima che gli scienziati ne facessero un accurato calco).

Ma anche in Italia meridionale esiste una delle più antiche tracce al mondo di una camminata di individui del genere *Homo*. Non sappiamo a chi appartengano (forse a *H. heidelbergensis*, ma di una taglia leggermente inferiore) e risalgono a una fase che si colloca fra 385mila e 325mila anni fa. Sono rimaste impresse nella cenere fresca del complesso vulcanico di Roccamonfina, nella Campania nordoccidentale. Gli abitanti del luogo chiamavano queste orme misteriose

“ciampate del diavolo”. La scena è di panico, più drammatica della camminata di Laetoli. Insieme ad altri animali spaventati, tre individui sicuramente bipedi scendono in tutta fretta lungo la fiancata del vulcano, nella fanghiglia calda mista a cenere, durante l'eruzione. Lasciano 56 impronte. Perdono l'equilibrio, scivolano, cercano un appoggio. La loro fuga un po' scomposta, appoggiandosi talvolta con le mani al terreno, resta fotografata nella pietra per sempre.

In Italia troviamo sparute tracce archeologiche della prima ondata di esseri umani dall'Africa (strumenti di pietra risalenti a più di un milione di anni fa) e poi molti reperti della seconda ondata (tra cui un dentino di 600mila anni fa scoperto nel 2014 nel sito di Isernia La Pineta, il più antico resto umano italiano). La nostra penisola è stata quindi attraversata anch'essa da ripetuti popolamenti umani, provenienti da est e da sud, con lunghi periodi di convivenze tra specie umane diverse.

In un sito nei pressi di Plakiàs, sulla costa sudoccidentale dell'isola di Creta (staccatasi dalla Turchia 9 milioni di anni fa, poi affondata e risalita definitivamente oltre 2 milioni di anni fa), è stato trovato nel 2011 un giacimento di più di duemila strumenti in pietra, la cui datazione geologica provvisoria è strabiliante, dato che risalirebbero ad almeno 130mila anni fa. La tecnologia sembra quella dei bifacciali acheuleani di *H. heidelbergensis*, e non se ne conosce la specie di appartenenza. Potrebbe essere l'indizio di un antico popolamento via mare dell'Egeo da parte di una

specie del genere *Homo*, capace di spostarsi in mare con rudimentali imbarcazioni oppure transitata in modo non intenzionale da isola a isola. Chissà quante altre imprese migratorie antiche sfuggono per ora alle nostre indagini.

In Africa nel frattempo gli *H. heidelbergensis* sono già presenti intorno a 600mila anni fa; poi, da circa 350mila anni fa, potrebbero inglobare reperti con tratti pre-sapiens nel cranio e nel palato, una volta attribuiti a forme arcaiche di *Homo sapiens*. In Estremo Oriente gli *H. heidelbergensis* si avvicinano geograficamente a *Homo erectus* intorno a 200mila anni fa (in siti come Dali, in Cina), facendo forse convivere le specie derivanti da due ondate di espansione differenti. Nel frattempo gli *Homo erectus*, un tempo considerati nostri antenati diretti e oggi invece reinterpretati come un ramo orientale della prima grande migrazione fuori dall'Africa, proseguono la loro longeva carriera autonoma in Asia e poi più di recente soltanto nel sud est asiatico, a Giava. Qui, nel sito di Trinil, è stato scoperto nel dicembre 2014 che un gruppo di *Homo erectus* non soltanto aveva imparato ad aprire senza romperle le conchiglie di un succulento mollusco di acqua dolce e ad affilarle per farne rasoi, ma in almeno un caso le ha incise con motivi geometrici. Si tratta di un comportamento proto-simbolico mai registrato prima in una specie umana così antica.

I discendenti asiatici della prima uscita dall'Africa avvenuta due milioni di anni fa erano in grado di manipolare le conchiglie d'acqua dolce in modi

sorprendenti. Non soltanto le sapevano aprire con destrezza senza frantumarle per cibarsi del mollusco (usando un dente di squalo come punteruolo), ma riutilizzavano la conchiglia affilandola ai lati per renderla tagliente come un rasoio. Ritoccare un oggetto ricavato per trasformarlo in un altro strumento è già indizio di una notevole evoluzione culturale, ma c'è di più: su una conchiglia sono state trovate incisioni regolari a zigzag e a linee parallele. Si tratta di un preciso atto intenzionale di rappresentazione geometrica da parte di un singolo individuo. Il più antico oggetto inciso con motivi astratti finora conosciuto era una placchetta di ocra trovata a Blombos, in Sudafrica, opera di *Homo sapiens* 75mila anni fa. Qui invece siamo in Indonesia e la conchiglia è antichissima: va da 540 a 480mila anni fa. Forse l'atto simbolico di incidere segni nacque molto tempo prima di quanto pensassimo e non è una prerogativa esclusiva della nostra specie. Fatto ulteriormente interessante, la scoperta non è stata fatta sul campo, a Giava, bensì al Museo di Storia Naturale di Leida, ristudiando proprio la collezione storica di Eugène Dubois, lo scopritore del "Pitecantropo" di Giava a fine Ottocento.

La chimera del linguaggio

Nonostante le evidenze empiriche riguardanti il "tempo profondo" dell'umanità siano sempre più favorevoli a una visione "ramificata", il dilemma fra un'interpretazione progressionista e un'interpretazione

pluralista dell'evoluzione umana si rinnova e si amplifica sempre più avvicinandosi al momento di origine della nostra specie. Il potere unificatore e "attraente" della cultura umana moderna (tecnologia diversificata, linguaggio, complessità sociale...), con il suo forte valore adattativo, fa sì che queste varietà geografiche *pre-sapiens* siano i tasselli di un'evoluzione lineare, siano cioè gli anelli mancanti che annunciano l'avvento della specie dominante, oppure i fattori ecologici che hanno differenziato il loro sviluppo le rendono sperimentazioni parallele (e quindi rami laterali dell'albero genealogico della specie umana) da cui alla fine "emerge", per cause molteplici, una sola ramificazione?

A mescolare ulteriormente le carte vi è poi il fatto che le direttrici evolutive principali, come abbiamo visto, procedono spesso in modo spaiato: un fenomeno che si accentuerà ulteriormente nelle ultime fasi dell'evoluzione umana. *H. heidelbergensis*, per esempio, mostra una forte accelerazione nelle modalità di organizzazione sociale, ma non sappiamo in che relazione esse siano con l'evoluzione delle capacità cerebrali e comunicative. Nel sito francese di Terra Amata, vicino a Nizza, *H. heidelbergensis* costruì 400.000 anni fa le più antiche capanne mai rinvenute finora, con una raffinata struttura ellittica di rami intrecciati. Al loro interno gli archeologi hanno saputo ricostruire le tracce di un'elaborata vita sociale: gli umani vi si riunivano attorno a un focolare (dopo le

prove sporadiche per un milione e mezzo di anni fa, ecco finalmente un segno dell'addomesticamento completo del fuoco) per macellare gli animali, forse per lavorarne le pelli e certamente per condividere le prime forme di vita comunitaria. È strano, tuttavia, che nel sito di Terra Amata e nei siti coevi di *H. heidelbergensis* in Europa non vi sia alcun segno di un'evoluzione corrispondente nelle tecnologie litiche, che sembrano ancora ferme ai bifacciali di mezzo milione di anni prima, e nelle strategie di caccia.

In tal senso la tecnologia, come candidata alla spiegazione dell'emergenza di un genere ominide con un cervello sempre più grande, sembra non avere retto alle prove empiriche: il periodo che va da 2 milioni e mezzo a 400mila anni fa corrisponde a una sostanziale stasi nella produzione di strumenti litici, con piccoli progressi di raffinamento nelle due fasi tecnologiche di Modo1 e Modo2. Soltanto dopo la comparsa delle prime forme di umani anatomicamente moderni si avrà un'accelerazione esponenziale della capacità tecnologica, misurata sia nella quantità di strumenti prodotti sia nella fattura e nella qualità del taglio.

Questo modello di avanzamento a scarto differenziato è davvero sorprendente. Ma la complessità dello scenario evolutivo che precede l'arrivo della nostra specie aumenta ulteriormente se teniamo conto che con *H. heidelbergensis* entra in scena una direttrice evolutiva finora sconosciuta. Il cranio di *H. heidelbergensis* presenta un volume cerebrale molto ampio, intorno ai

1200 cc di media, e un'accentuata divisione degli emisferi. Con un cervello così grande e sviluppato si possono fare un sacco di cose, ma non solo. Da un'analisi sofisticata della base del cranio si arguisce che in questa forma comincia a emergere per la prima volta una conformazione anatomica compatibile con le strutture dell'apparato vocale che nella nostra specie permettono il linguaggio articolato, per intenderci il linguaggio fatto di vocali, consonanti e parole. La base del cranio presenta infatti un arrotondamento che può essere dovuto soltanto alla discesa della laringe e all'apertura dello spazio faringeo che permette la modulazione del suono.

Questa scoperta suscitò moltissime domande nei paleoantropologi. Era la prima volta che si scovava una prova diretta e anatomica dell'emergenza del linguaggio, fino ad allora associato piuttosto arbitrariamente ad altre caratteristiche del comportamento ominino. Le "prove" dell'acquisizione del linguaggio da parte degli ominini erano state sempre indirette e spesso puramente speculative: si diceva, per esempio, che la costruzione di utensili in luoghi specializzati, la caccia e le prime forme di organizzazione sociale in gruppo fossero una prova dell'utilizzo del linguaggio articolato. Ma gli scimpanzé sanno fare le stesse cose senza possedere il linguaggio articolato...

Quando ha avuto inizio dunque l'evoluzione del linguaggio? Si è trattato di un'evoluzione lenta e graduale, di specie in specie, oppure di un'evoluzione

improvvisa legata a una speciazione? Secondo alcuni scienziati, come Philip Tobias e Dean Falk, la formazione del linguaggio avrebbe un'origine molto antica, risalente addirittura a *Homo habilis*, e si sarebbe poi gradualmente perfezionata nelle specie successive del genere *Homo*, fino al nostro apice: lo dimostrerebbe la presenza, nelle impronte endocraniche da *H. habilis* in poi, delle protuberanze che corrispondono all'area di Broca e all'area di Wernicke. Ma le prove di una simile antichità del linguaggio sono solo ipotetiche: un marchio "anatomico" plausibile della parola appare soltanto con *H. heidelbergensis*.

Ma dovremmo porci una domanda ancora più sottile: possedere l'apparato fonatorio necessario è una condizione sufficiente per parlare? È stato verificato di recente che anche le scimmie avrebbero un apparato vocale in grado di articolare i suoni, ma non lo fanno perché non ne hanno le capacità cognitive. Non si può sviluppare il linguaggio articolato senza una corrispondente "rivoluzione" dell'organizzazione cerebrale, un'altra caratteristica che purtroppo non lascia segni archeologici. Il volume cranico di *H. heidelbergensis* è di tutto rispetto, ma un conto è la quantità, un altro la qualità. Possedere un rigonfiamento nelle aree di Broca e di Wernicke significa avere le strutture cerebrali pronte per il linguaggio? Le prove indirette delle performances di questa forma ominina non sembrano corrispondere, in termini di complessità

dei comportamenti, all'acquisizione di un linguaggio pienamente articolato come il nostro.

Homo heidelbergensis era l'antenato comune tra noi *Homo sapiens* e i Neanderthal, era cioè l'umanità di mezzo da cui scaturirono le specie più recenti del genere *Homo*. Proviamo a immaginare le conseguenze evolutive della padronanza completa, in termini sia fonatori sia cerebrali, del linguaggio articolato: esse investirebbero tutti gli aspetti del comportamento umano. È probabile che intorno a 400mila anni fa le modalità di comunicazione, gestuale e fonetica, si fossero evolute notevolmente rispetto a un milione di anni prima, ma senza raggiungere il culmine del linguaggio articolato. Se questo è vero, significa che per un certo lasso di tempo nell'anatomia ominina si sono accumulate gradualmente le prerogative per l'emergenza del linguaggio senza che ad esse corrispondesse un'applicazione immediata e lineare nei comportamenti: un'altra evidenza a favore dell'evoluzione a mosaico delle proprietà umane. Nel suo apparato vocale e nel suo cervello *H. heidelbergensis* aveva a disposizione strutture anatomiche che forse ha saputo ri-utilizzare soltanto in fasi successive: era una specie "exattativa" dal punto di vista morfologico.

I Monti Altai, un posto affollato

Il quadro delle ramificazioni del genere *Homo* tra 400mila e 200mila anni fa, cioè agli albori della nostra specie, si è fatto davvero intricato, anche a causa della

frammentarietà dei reperti sparsi in tutto il Vecchio Mondo. Reperti spesso difficili da interpretare a causa del loro mix di tratti differenti. Proviamo a fissare i punti fermi.

In Europa, a partire da circa 300mila anni fa, fanno la loro comparsa le prime testimonianze di una nuova specie, dalla corporatura robusta e dalla capacità cranica eccezionale, scoperta per la prima volta nel 1856 nella valle tedesca di Neander e denominata da William King nel 1863 *Homo neanderthalensis* (più comunemente “uomo di Neanderthal”, o anche Neanderthal senza acca, cioè “uomo della valle del Neander” secondo la vecchia ortografia tedesca).

Neanderthal è sicuramente un'evoluzione europea di *Homo heidelbergensis*, in pratica la variante geografica europea di quest'ultimo. Quindi si tratta della prima (e ultima) specie umana realmente autoctona europea: i veri europei erano loro. Il sito di proto-Neanderthal più vecchio finora datato è quello di Atapuerca, in Spagna, e risale a più di 300mila anni fa. Nel sito pugliese di Altamura, in un pozzo carsico delle Murge è stato scoperto nel 1993 uno scheletro perfettamente conservato di Neanderthal, incastrato nella roccia e assai suggestivo, dall'apparenza molto antica. L'uomo è morto cadendo dentro la grotta e le sue ossa sono ora incastonate nel calcare. La cavità che lo ha conservato così intatto nasconde molti dei suoi segreti, ma negli ultimi anni si sono potuti estrarre i primi campioni, dai

quali è emersa una datazione notevole che oscilla tra 172mila e 150mila anni fa.

I ritrovamenti Neanderthaliani si fanno più frequenti superata la soglia di 150mila anni fa e nel periodo che va fino ai 60-50mila anni fa li troviamo in un'area molto estesa, dalla Spagna al Galles, dalla Francia al Medio Oriente, e da qui fino oltre il Mar Caspio nell'attuale Uzbekistan. In Italia lo ritroviamo nei siti di Saccopastore, nei pressi di Roma, e di Grotta Guattari sul Monte Circeo.

È probabile che *H. heidelbergensis*, dopo aver colonizzato 500mila anni fa un vasto territorio come l'Eurasia, abbia dato origine a un sotto-cespuglio di forme differenti: una sorta di nuova radiazione adattativa, all'interno della quale il volume cranico è andato aumentando. Da queste ramificazioni, nel contesto di una forte instabilità climatica che frammentava e ricombinava le popolazioni, spuntò qualche tempo dopo *Homo neanderthalensis*, una specie molto ben adattata che si espanse poi verso l'Asia centrale.

Una seconda specie umana, più vicina ai Neanderthal che a noi, discese anticamente da *Homo heidelbergensis*. Non conosciamo la sua morfologia se non per pochi frammenti e due denti trovati nella grotta di Denisova sui Monti Altai in Siberia meridionale, quindi non ha ancora un nome latino ufficiale. Ma qui fanno ora irruzione gli studi molecolari, che negli ultimi 15 anni

hanno rivoluzionato la paleoantropologia integrando i dati genetici e quelli provenienti da fossili e artefatti.

Tutto comincia con un dito mignolo scoperto nel 2008 nella grotta di Denisova, sui Monti Altai. Grazie all'ottimo stato di conservazione della falange distale, un team internazionale di paleoantropologi – con il supporto decisivo dei genetisti Svante Pääbo e Johannes Krause presso il Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology di Lipsia, attualmente la struttura più importante al mondo per il trattamento del Dna fossile – è riuscito a sequenziare il genoma mitocondriale completo del suo antico possessore, probabilmente una cucciola.

Con notevole sorpresa degli studiosi, il materiale genetico estratto dall'osso è risultato appartenere al rappresentante di una specie ancora sconosciuta di ominino, il cui ultimo antenato comune con noi *sapiens* moderni e con i Neanderthal è vissuto addirittura un milione di anni fa. Poiché l'antenato comune fra i *sapiens* e i Neanderthal è datato intorno a 500mila anni fa, quindi molto tempo dopo, significa che quel dito ha il Dna di una specie mai descritta prima del genere *Homo* uscita dall'Africa almeno mezzo milione di anni prima degli antenati dei Neanderthal.

Ma è solo l'inizio delle sorprese. Comparando fra loro porzioni del genoma di specie antiche, e verificando la rispondenza fra i risultati ottenuti e le tradizionali prove archeologiche, si possono dare oggi risposte più precise sull'epoca in cui le popolazioni sono vissute, sulla

parentela con specie cugine, sul loro areale di distribuzione e persino sui loro spostamenti geografici. Molto dipende tuttavia dallo stato di conservazione dei fossili dai quali estrarre il Dna, che si deteriora con il passare del tempo e per effetto della temperatura. Se i reperti risalgono ad alcune decine di migliaia di anni fa e se il suolo che li ospita non presenta troppa umidità o acidità né tassi elevati di decomposizione, l'indagine "archeo-genetica" può dare risultati affidabili, e molto spesso sorprendenti. È questo il caso di numerosi fossili europei e asiatici trovati a latitudini alte, appartenenti però finora soltanto ai primi *Homo sapiens* e a *Homo neanderthalensis*, che proprio grazie alla genetica sappiamo essere state due forme di esseri umani distinte l'una dall'altra e non invece la prima una discendente diretta della seconda.

Da 30 milligrammi di polvere di osso del dito di Denisova (perché di questo si tratta) è stato possibile isolare i frammenti di Dna mitocondriale, il materiale genetico residuale contenuto nei mitocondri, le batterie delle cellule, gli organelli contenuti nel citoplasma che svolgono la funzione di respirazione cellulare. Questo particolare materiale genetico si trasmette per via femminile, è più facile da studiare e può essere amplificato, cioè moltiplicato artificialmente, in laboratorio. Così da quei frammenti si possono assemblare le probabili sequenze originali complete, accertandosi con la massima cura di eliminare tutto ciò che può ricondurre a sospette contaminazioni genetiche

esterne. L'affidabilità della sequenza ricostruita è stata poi controllata al Max Planck Institute con più di 150 cicli ripetuti dello stesso processo, verificando anche che il materiale provenisse da un singolo individuo.

A questo punto il genoma mitocondriale completo della creatura di Denisova è stato messo a confronto con quelli di 54 esemplari attuali di *Homo sapiens* rappresentativi di tutti i continenti, con quello di uno dei più antichi *sapiens* rinvenuti in un sito russo, con i genomi mitocondriali completi di sei Neanderthal, e infine per avere un controllo esterno è stato confrontato anche con il genoma mitocondriale di un bonobo e di uno scimpanzé. Dall'incrocio di tutti questi dati, in virtù del principio darwiniano secondo cui la quantità di differenze che si accumulano fra due specie è una buona misura dell'antichità del loro antenato comune, è possibile ricostruire l'albero delle ramificazioni genealogiche che legano fra loro tutte le specie ominine considerate.

Il risultato inatteso emerso a Lipsia è che la divergenza, cioè il numero di mutazioni genetiche differenti riscontrate mediamente fra i genomi, è doppia fra l'uomo dei Monti Altai e i *sapiens* rispetto al valore medio di differenza che sussiste fra un *sapiens* e un Neanderthal presi a caso. Le mutazioni si riscontrano infatti in un numero doppio di posizioni dei nucleotidi, le unità che compongono il codice genetico. Sapendo quanta divergenza c'è fra noi e gli scimpanzé, che abbiamo un antenato comune vissuto circa 6 milioni di

anni fa, e assumendo che la velocità di accumulo di mutazioni sia abbastanza uniforme nella stessa sotto-sotto-famiglia, il calcolo è presto fatto, con un margine di errore accettabile: il più recente antenato comune (per il Dna mitocondriale) fra l'ominino di Denisova, il *sapiens* e il Neanderthal è vissuto approssimativamente un milione di anni fa in Africa.

In quella regione della Siberia meridionale era già nota un'occupazione umana, Neanderthaliana prima e *sapiens* poi, a partire da circa 125mila anni fa. Si trattava però soltanto di piccoli frammenti ossei e di denti. Ora che da un pezzettino di osso si può ricostruire un universo genetico si aprono straordinarie possibilità di conoscenza prima inaccessibili. Così, dal confronto fra i geni e i fossili, si scopre che la falange è stata trovata in uno strato datato fra 48 e 30mila anni fa, e dunque presumibilmente è recentissima.

Si tratta quindi di un ominino, l'enigmatico "uomo di Denisova", separatosi dai suoi cugini in tempi estremamente antichi in Africa e tuttavia sopravvissuto in quella zona dell'Asia fino a una manciata di millenni fa. E non era solo. A meno di cento chilometri di distanza è attestata la presenza di individui Neanderthaliani, nello stesso periodo. E ancora, dalle datazioni di alcune industrie litiche di origine *sapiens* scoperte in siti limitrofi e nella stessa caverna di Denisova risulta che esseri umani anatomicamente moderni come noi abitassero in quella regione già prima

di 40mila anni fa, e dunque anch'essi nella stessa epoca del possessore di quel dito mignolo.

L'evidenza empirica suggerisce in definitiva che tre specie distinte di *Homo* condividevano lo stesso fazzoletto di terra, nel medesimo, recente periodo, in una tarda fase glaciale che terminerà 10mila anni fa, in mezzo a mammut e rinoceronti lanosi. Sono i discendenti di tre lignaggi genetici africani decisamente distinti. E non paiono affatto sostituirsi l'un l'altro. Là nella Siberia del sud sembra proprio consumarsi una lunga e abbastanza "intima" convivenza a tre fra vallate montane, steppe e praterie.

Ma questa è soltanto la prima di una delle tante, straordinarie, storie di convivenza riguardanti le specie recenti del genere *Homo*, storie svelate negli ultimi trepidanti anni della paleoantropologia grazie alla convergenza di dati eterogenei. È la prima volta che una nuova forma di essere umano viene identificata soltanto attraverso il Dna, e non a partire anche dalla morfologia dei suoi resti fossilizzati. Nel tardo Pleistocene i Monti Altai erano un posto piuttosto affollato. L'antenato comune tra noi, i Neanderthal e i Denisovani è vissuto in Africa circa un milione di anni fa. Probabilmente i Denisovani erano diffusi in tutta l'Asia orientale ed è imminente la descrizione di nuovi reperti attribuiti a questa specie rinvenuti in Cina (in particolare un cranio dissotterrato a Dali risalente a 250mila anni fa e le mascelle e i grossi molari dal sito di Xujiayao datati tra

125 e 100mila anni fa). Forse potremo darle finalmente un volto.

Uno hobbit indonesiano e altre sorprese esotiche

Il quadro di ciò che circolava in forma umana nel tardo Pleistocene, come ha commentato Svante Pääbo nel 2010, è molto più complesso del previsto. Mentre la nostra specie nasceva in Africa, il mondo pullulava di altre specie umane. Ora infatti allarghiamo il quadro e includiamo l'intera Eurasia. Scoperto del tutto casualmente nel 2003 sull'isola di Flores, in Indonesia, nella grotta di Liang Bua, da antropologi alla ricerca di tracce di antichi popolamenti della nostra specie in rotta verso l'Australia, *Homo floresiensis* si è oggi conquistato un posto d'onore come il più bizzarro rappresentante della diversità del genere *Homo*.

Non superava di molto il metro di altezza e dunque il suo cervello era proporzionalmente piccolo, eppure possedeva una tecnologia efficiente ed era un ottimo cacciatore. Le dimensioni ridotte e le proporzioni analoghe a quelle di *H. erectus* in alcune parti del corpo, seppur rimpicciolite, fanno pensare che si trattasse di una popolazione asiatica di *Homo erectus* spintasi fino agli estremi del suo territorio di espansione e rimasta bloccata sull'isola moltissimo tempo prima. Nonostante la provenienza così antica, le datazioni dicono che su Flores questa straordinaria specie pigmea abitò fino a tempi recentissimi: intorno a 50mila anni fa.

L'idea che una specie umana così diversa da noi potesse essere vissuta, in un'isola sperduta ai Tropici, fino a così poco tempo fa (cinquanta millenni!), in parallelo a *Homo sapiens*, era la pietra tombale per qualsiasi visione lineare e progressiva dell'evoluzione umana. E infatti per una decina di anni dopo la scoperta si innescò una furibonda polemica (inclusi furti di fossili e denunce reciproche) tra chi, giustamente, la considerava una storia umana a sé stante e chi invece si ostinava a considerarla un'improbabile popolazione isolata di *H. sapiens* nani o malati, affetti da cretinismo, microcefalia o sindrome di Down (queste, in ordine cronologico, le bizzarre ipotesi avanzate).

Oggi è ormai assodato oltre ogni ragionevole dubbio che il piccolo "hobbit man" scoperto nel 2003 sull'isola indonesiana di Flores era una specie di *Homo* distinta dalla nostra, e non una popolazione di *sapiens* nani. Le scoperte successive su *Homo floresiensis* ne hanno se possibile accentuato ancor più il già straordinario interesse: forse era un discendente recente di *H. erectus* meridionale rimasto bloccato sull'isola e rimpicciolitosi in sito a causa di un tipico adattamento ecologico noto come "nanismo insulare", ma alcuni caratteri molto primitivi (soprattutto nella forma del cranio e nei grandi piedi) fanno supporre che possa trattarsi di discendenti di una forma africana più antica e di dimensioni inferiori (più vicina a *Homo ergaster* o *Homo habilis*). Il nanismo insulare si spiega con il fatto che, in situazioni di scarsità di risorse e in assenza di predatori, sulle isole è più

efficiente diventare piccoli, come testimoniano gli elefanti nani di Creta e della Sicilia; viceversa, come vediamo dall'enorme roditore insulare di cui si cibava proprio *H. floresiensis*, talvolta conviene ingigantirsi (nella grotta di Liang Bua è stata scoperta anche una cicogna alta un metro e 82 cm). Sembra una novella di Jonathan Swift con nani e giganti su isole esotiche, ma è tutto vero.

È la prima volta che un processo ecologico di selezione naturale come il nanismo insulare viene osservato su una specie umana, e non soltanto su ippopotami ed elefanti. Ma soprattutto – a ennesima dimostrazione del carattere a mosaico dell'evoluzione umana – cade il principio secondo cui per possedere una tecnologia efficiente e una socialità complessa sia necessario avere un grosso cervello. Quello di *Homo floresiensis* era quasi un terzo del nostro. La presenza di questa specie non fu nemmeno una contingenza fugace, o un esperimento fallito. Nel 2010 su “Nature” alcuni paleoantropologi hanno proposto una nuova datazione di utensili, poi confermata anche da resti umani, che fa risalire il primo popolamento dell'isola di Flores a più di 900mila anni fa. Quindi da quelle parti gli umani erano arrivati già un milione di anni fa e, ben adattati, ci sono rimasti a lungo.

È possibile che un'altra specie umana sia sopravvissuta fino a tempi recenti in quelle zone dell'estremo oriente. Sull'isola di Giava, nella valle del fiume Solo, che restituisce fossili umani antichi già dal 1891, una varietà di *Homo erectus*, i discendenti della prima ondata fuori

dall’Africa, gli stessi delle conchiglie incise di Trinil, sembra aver trovato una piccola nicchia ecologica particolarmente favorevole, acquisendo comportamenti più avanzati. Nei siti di Ngadong e di Mojokerto, le datazioni di *Homo erectus soloensis* potrebbero arrivare fino a 100-80mila anni fa, rendendo gli *H. erectus* asiatici la specie decisamente più longeva e resistente nell’evoluzione umana (quasi un milione e mezzo di anni di sopravvivenza). I vetusti rappresentanti asiatici della prima Out of Africa (*H. erectus soloensis* e *Homo floresiensis*) vissero così a lungo da incontrare i giovani virgulti della seconda fuoriuscita (*H. heidelbergensis* arrivato di sicuro in Cina) e forse addirittura quelli della terza Out of Africa (cioè noi *Homo sapiens* come vedremo tra poco).

Ci sembrano tanti, ma 80 o 50 millenni sono un attimo se misurati alla scala del tempo geologico e biologico. Facciamo i conti: le prime due Out of Africa, rispettivamente avvenute due milioni la prima e 800mila anni fa la seconda, hanno disseminato il Vecchio Mondo di specie diverse del genere *Homo*. Le espansioni di areale, le frammentazioni di habitat, le barriere geografiche e genetiche hanno fatto il loro mestiere: produrre divergenze tra specie. Troviamo *Homo erectus* e *Homo floresiensis* in Estremo Oriente (figlie della prima diaspora), *Homo neanderthalensis* e i Denisovani in Eurasia (figlie della seconda diaspora): quattro specie del genere *Homo* fuori dall’Africa, tutte sopravvissute oltre i 100-80mila anni fa.

Senza contare che in vaste zone del globo a latitudini più basse, nelle fasce tropicali ed equatoriali di Africa ed Eurasia – dove sicuramente sono vissuti e transitati molti nostri cugini ominini – la temperatura, i tassi di decomposizione e le condizioni di acidità del suolo sono tali da impedire la lunga conservazione del Dna (come purtroppo nel caso di *Homo floresiensis*, di cui non troviamo tracce genetiche nelle pur recenti ossa) e spesso persino dei fossili stessi. Poiché l'assenza di prove non è la prova di un'assenza, chissà quanti altri protagonisti del rigoglioso cespuglio dell'evoluzione umana recente non hanno lasciato traccia e sono svaniti per sempre nell'oceano del tempo profondo. Ma i dati che abbiamo sono sufficienti per affermare che quelli che fino a poco tempo fa avremmo considerato “alieni” evolucionistici (quattro specie di *Homo* tutte insieme, spesso dotate di tecnologie litiche tanto avanzate quanto quelle *sapiens*...) sono già esistiti, fino a ieri.

La quinta specie siamo noi, *Homo sapiens* l'africano. Ora capiamo quindi perché, quando anche noi buoni ultimi cominciammo a migrare fuori dall'Africa a partire da 120mila anni fa come vedremo, il mondo al di fuori del nostro continente d'origine era abitato da altre forme umane, discendenti da coloro che erano fuoriusciti precedentemente dall'Africa. Emerge quindi un quadro inaspettato e affascinante, ma in pieno accordo con la visione puntuazionista ed ecologica dell'evoluzione umana: espansioni ripetute fuori dall'Africa (sempre dall'Africa si riparte); speciazioni geografiche multiple;

stratificazioni di flussi migratori in tutto il Vecchio Mondo; isolati periferici con adattamenti locali (*Homo floresiensis*); possibili convivenze e competizioni per le risorse tra specie umane diverse.

E non è ancora finita... perché prima dell'arrivo di *Homo sapiens* occorre annunciare l'ingresso di un altro misterioso intruso.

L'ultima stella misteriosa, Homo naledi

Nel 2015 è nata una nuova stella nel firmamento dell'evoluzione umana, *Homo naledi*, e la notizia ha fatto il giro del mondo. Nel complesso di grotte denominato "Rising Star", presso Johannesburg, molto vicino alle doline carsiche dove fu rinvenuto *Australopithecus sediba*, in una camera nascosta a 40 metri di profondità, raggiungibile solo attraverso uno stretto pertugio, sono state trovate più di 1550 ossa umane, appartenenti ad almeno 15 individui (contando solo quelle associate tra loro, e non le tantissime altre ossa sparse appartenenti a molti altri individui). Un vero giacimento, un cimitero ricchissimo, che permette addirittura di fare un ampio studio popolazioneale confrontando fra loro le parti anatomiche corrispondenti di molti individui diversi, donne e uomini, giovani e vecchi. Un caso rarissimo. "Naledi" vuol dire appunto "stella" nella lingua locale, una stella nascente, e merita appieno l'appellativo.

Ma è solo l'inizio delle scoperte. I reperti appartengono a una specie nuova, mai trovata prima, e presentano un

mosaico di caratteri primitivi (cioè simili a quelli presenti in specie di australopitecine più antiche) e di caratteri derivati (cioè simili a quelli che si trovano nelle specie del genere *Homo* più recenti). Fin qui è una storia già vista: ogni nuova specie è un mosaico di tratti. Hanno un aspetto arcaico il cranio (ospitante un cervello ancora piccolo, di 560 cc nei maschi), i denti, le spalle, le dita ricurve, e in generale le parti anatomiche vicine al tronco. Hanno un carattere moderno invece i piedi, le gambe, i polsi e le braccia, cioè le parti anatomiche distali, quelle più distanti dal centro del corpo. Abbiamo insomma di fronte un altro puzzle del tutto unico di tratti, tali da giustificare senza dubbio l'attribuzione di un nuovo nome di specie. L'apparenza è quella di una forma di transizione fra le australopitecine, tipo Lucy e i suoi discendenti più tardi, e le prime forme del genere *Homo* come *H. habilis*, *H. rudolfensis* e *H. ergaster*, ma decisamente con una maggiore vicinanza a queste ultime (da qui l'attribuzione tassonomica al genere *Homo*).

Homo naledi poteva ancora arrampicarsi sugli alberi all'occorrenza, ma anche camminare abilmente in grandi spazi aperti. Era cioè un'altra forma "ibrida", tipica di ambienti in fase di transizione, con macchie di foresta alternate a radure e praterie. Questi e altri elementi fecero inizialmente pensare a una datazione che si aggirasse fra i 2 e i 2,5 milioni di anni fa, cioè proprio la fase di inizio del nostro genere, in concomitanza con *A. sediba* o magari di poco più recente.

Le origini del nostro genere diventano, se possibile, ancor più intricate. Da un crogiuolo di forme, distribuite fra l’Etiopia e il Sudafrica, è emerso il nostro genere, ma non sappiamo esattamente né quando né dove. È tale la ricchezza di sperimentazioni morfologiche differenti che alcuni paleo-antropologi, come Chris Stringer, suppongono addirittura una possibile origine “poli-filetica” del nostro genere, cioè uno sviluppo in più aree dell’Africa in parallelo. Gli altri studiosi si dividono invece, come abbiamo visto, fra un’origine nell’area centro-orientale abitata da Lucy e poi da *H. habilis*, e un’origine sudafricana (naturalmente sostenuta, pur con prudenza, da Lee Berger, il responsabile delle formidabili campagne di scavo che hanno portato alla scoperta prima di *Australopithecus sediba* e ora di *Homo naledi* in Sudafrica). Quindi un punticino in più a favore del Sudafrica.

Un altro aspetto ha dato grande visibilità alla scoperta. Le migliaia di ossa trovate a Rising Star non sembrano essere finite in quell’anfratto remoto e buio per ragioni accidentali: non ce le ha portate l’acqua sotterranea; non sono cadute per caso dall’alto; non le hanno trascinate all’interno i predatori; non si trovano resti mescolati di altri animali; né la grotta era abitata stabilmente da umani. E dunque come ci sono arrivate? Non resta che ipotizzare, secondo Berger, una deposizione intenzionale e ripetuta. In pratica, un’antichissima sepoltura. Lo scenario è affascinante ma è bene notare che l’atto di deporre un proprio simile in uno spazio dedicato non

prefigura di per sé una sepoltura già “ritualizzata” e con significati simbolici. Potrebbe anche essere un gesto istintivo ripetuto. E poi non è detto che si debba sempre usare *Homo sapiens* come pietra di paragone per gli altri umani. Nel sempre più ramificato cespuglio degli ominini, chissà quanti modi sono esistiti per salutare la dipartita di un nostro simile.

Il maggior fattore di incertezza che pesava sulla scoperta nel 2015 era l’età di quella montagna di fossili umani (in parte ancora da dissotterrare). In Sudafrica la geologia non favorisce le datazioni, non ci sono altri animali associati ai reperti umani e l’argilla circostante non è databile. Quando finalmente si riuscì a datare direttamente i resti scheletrici, il risultato lasciò tutti di stucco e resta al momento un mistero. L’idea di una datazione intorno ai due milioni di anni fa era infatti completamente sbagliata.

Nuovi reperti e la datazione pubblicata sulla rivista “eLife” a maggio 2017 pongono *Homo naledi* in un’epoca molto più recente che va da 236mila a 335mila anni fa. Questo è del tutto sorprendente perché significa che in Africa, mentre alcuni *Homo heidelbergensis* tardi si stavano trasformando in *Homo sapiens*, in Sudafrica si aggirava un *Homo* con un cervello grande un terzo del nostro (500 cc) e con adattamenti ancora da vita arboricola. La datazione di *Homo naledi* si sovrappone addirittura a quella di alcuni proto-sapiens recentemente rinvenuti nel sito di Jebel Irhoud in Marocco. In contemporanea troviamo pure i primi Neanderthal in

Europa, i Denisovani in Asia centrale, *Homo floresiensis* in Indonesia. Come potevano convivere forme così palesemente antiche come *Homo naledi* (non associato finora a strumenti né all'uso del fuoco) con umani praticamente quasi moderni?

Che non serva un grande cervello per avere tecnologie più che dignitose ed essere ben adattati al proprio ambiente, come cacciatori raccoglitori umani, è dimostrato dalla sopravvivenza appunto di *Homo floresiensis* fino a 60-50mila anni fa in Indonesia. Anche il suo cranio era capiente un terzo del nostro. Adesso le specie di *Homo* con cervelli piccoli sopravvissute fino a tempi recenti sono diventate due, smentendo la vecchia e consolidata idea (un altro paragrafo classico dei manuali che va riscritto) secondo cui nel genere *Homo* vi sarebbe stato un trend graduale di encefalizzazione accompagnato dalla crescita progressiva della complessità sociale e tecnologica.

Più che un'ascesa graduale e inarrestabile delle specificità umane, i dati recenti mostrano come l'evoluzione umana sia stata piuttosto un'esplorazione molteplice di possibilità, con specie che hanno accelerato su alcuni tratti e meno su altri, ciascuna portatrice di un mosaico di caratteri provenienti dal passato e di caratteri nuovi, ciascuna figlia delle contingenze ambientali locali. Il risultato è che le transizioni fondamentali che hanno condotto all'umanità moderna (bipedismo, complessità sociale, tecnologie litiche, linguaggio, intelligenza simbolica) non sembra

siano state portate all'unisono da una sola specie per volta, ma siano passate attraverso una gamma di specie differenti e spesso conviventi. Finché 200 millenni fa è apparsa in Africa una specie fra le tante, *Homo sapiens*, portatrice però di una combinazione inedita di tratti anatomici e cognitivi che, a scoppio ritardato (non prima di 100 millenni fa), la renderà particolarmente flessibile, mobile, creativa, invasiva e loquace. Tanto da rimanere l'unica rappresentante del nostro genere, un'eccezione tardiva.

In questa evoluzione a mosaico del genere *Homo*, è possibile che almeno due specie siano antichi "relitti" sopravvissuti localmente per tantissimo tempo, mentre attorno a loro nel cespuglio dell'umanità succedeva di tutto: *Homo floresiensis* imprigionato nella sua isola tropicale e *Homo naledi* nelle praterie aperte sudafricane (stranamente senza barriere geografiche attorno), forse dotato dell'istinto di deporre i suoi defunti in camere sotterranee appartate. Evidentemente *Homo naledi* non si è fatto scalzare da cugini umani dal cervello ben più grande del suo, che pure abitavano da quelle parti. Entrambe queste forme presentano tratti tipici delle prime forme arcaiche del genere *Homo*, vissute tra 2,5 e 2 milioni di anni fa, il che significa che le hanno mantenute per un tempo lunghissimo. L'esistenza di queste due eccentriche specie lascia supporre che molte altre storie sorprendenti si nascondano nel record fossile del nostro genere.

Ecce Homo sapiens

Nel frattempo, mentre resistevano tutte queste forme alternative ed eterogenee di *Homo*, è presumibile che anche le forme africane di *H. heidelbergensis* abbiano subito trasformazioni e forse speciazioni. Questo significa che *Homo sapiens* non è disceso linearmente dalla specie ancestrale *Homo erectus*, come stava scritto su tutti i manuali, ma dal cespuglio ramificato che in Africa portò da *Homo ergaster* (presente a Buia un milione di anni fa) a *Homo heidelbergensis*.

Le prime testimonianze fossili di *Homo sapiens* risalgono di sicuro a 200mila anni fa, ma forse anche prima, quando una famiglia africana di *Homo heidelbergensis* comincia a presentare caratteristiche anatomiche inedite: una corporatura meno muscolosa e robusta; la faccia piatta e allungata; il palato a forma di U e il mento sporgente; il cranio più alto e arrotondato; le ossa leggere e slanciate; la dentatura meno massiccia; le arcate sopraorbitarie non prominenti e, soprattutto, un volume cranico espanso fino a 1300 cc. È la prima apparizione del nostro modello evolutivo unico, della nostra peculiare “soluzione” anatomica. Ma il cambiamento più importante sta forse nei tempi dello sviluppo: il prolungamento ulteriore delle fasi di crescita (anche rispetto ai cugini Neanderthal) ha influito sulle capacità di apprendimento, sull’organizzazione sociale e sul linguaggio.

I primi ritrovamenti archeologici noti di *H. sapiens* africani convergono con i dati genetici e provengono

dalla valle dell'Omo in Etiopia: risalgono a circa 195mila anni fa. I successivi, appartenenti alla variante "idaltu", sono stati scoperti a Herto Bouri, nel Middle Awash, regione degli Afar, e sono datati a 160-154mila anni fa. I siti sudafricani contendono oggi a quelli del Corno d'Africa il record di antichità dei primi fossili di *Homo sapiens* anatomicamente moderno. Nella grotta di Border Cave, al confine tra Kwazulu Natal e Swaziland, alcuni strati potrebbero risalire addirittura a 195mila anni fa. A Pinnacle Point troviamo nostri simili da 164mila anni fa (con i primi menu a base di molluschi e pietre trattate con il calore); alla foce del fiume Klasies da 130mila anni fa e a Blombos da 140-100mila anni fa.

Dopo una fase di permanenza esclusivamente in Africa (circa ottanta millenni), la specie *Homo sapiens* esce dal continente, probabilmente in più ondate: 1) una prima volta, fra 130mila e 100mila anni fa, i nostri simili passano direttamente dal Corno d'Africa alle coste della penisola arabica, attraverso lo stretto di Bab el-Mandab, e forse già anche attraverso una rotta più settentrionale, cioè lungo il mar Rosso e il corridoio del Nilo, fino al Mediterraneo e poi verso il Levante attraversando la penisola del Sinai; 2) una seconda volta, seguendo di nuovo questi due tracciati, tra 85mila e 70mila anni fa, spingendosi in Asia lungo le coste dell'oceano Indiano; 3) una terza volta, più stabilmente e con i favori del clima, tra 65 e 55mila anni fa. I siti israeliani di Qafzeh, in bassa Galilea, e di Skhul, sul Monte Carmelo, rappresentano la preziosissima testimonianza delle prime

fasi di insediamento di esseri umani anatomicamente moderni fuori dall'Africa a partire da 130-120mila anni fa.

Le tecnologie di lavorazione della pietra dei primi *H. sapiens* fuoriusciti dall'Africa erano innovative sì, ma inizialmente furono analoghe a quelle di altre specie coeve: producevano lame, raschiatoi e punte scheggiando un nucleo di materiale appositamente preparato (tecnica cosiddetta "Levallois"). In pratica, da un nucleo lavorato prima veniva staccata, con un colpo secco, una scheggia sottile e tagliente. In tal modo, il bordo affilato delle pietre era continuo: una lama lunga, priva delle scheggiature dovute ai colpi di rifinitura. Questa tecnologia, definita "musteriana" o Modo3, compare anche in altre parti del pianeta nello stesso periodo (non solo in siti *sapiens*) e dà inizio al Paleolitico medio: gli utensili si diversificano in almeno quaranta tipologie (dai raschiatoi, ai coltelli, alle punte) e vengono riutilizzati a diversi stadi di lavorazione. A partire da 60mila anni fa nel Levante e da 45-40mila anni fa in Europa le tecnologie dei soli *sapiens* subiscono invece un rapido raffinamento

È ancora oggetto di studio l'esatta origine della tecnologia musteriana, che implica una padronanza totale delle proprietà del materiale usato. L'inventore è sconosciuto, ma il suo brevetto deve essersi diffuso molto rapidamente perché in poco tempo la tecnologia viene ereditata da tante popolazioni ominine del pianeta (compresi i Neanderthal), addirittura con alcune

sfumature di diversità regionale. È anche probabile che *Homo sapiens* sia la prima vera specie di cacciatori “professionisti” apparsa nel cespuglio degli ominini. Fino ad allora, benché la carne fosse entrata nella dieta ominina da moltissimo tempo, è ipotizzabile che gli ominini avessero adottato soltanto pratiche di caccia opportunistica mirate ad animali di taglia piccola o media.

I siti israeliani di *Homo sapiens* hanno anche restituito le prime prove di sepoltura dei morti, una pratica rituale che ha grande importanza per comprendere l’universo mentale di questi ominini. A parte il caso enigmatico di *Homo naledi*, alcuni paleontologi ritengono che già *H. heidelbergensis* mostrasse questo complesso comportamento, come parrebbe dimostrato dall’accumulo intenzionale di decine di cadaveri, vittime forse di una crisi ecologica, nel sito spagnolo di Sima de los Huesos. L’inumazione, a volte accompagnata dalle prime offerte funerarie, implica una forte capacità di astrazione, di immaginazione, di comprensione delle relazioni intersoggettive, di percezione del fluire irreversibile del tempo. Significa che qui l’umanità non ha soltanto imparato a provare compassione per il defunto e a congedarsi onorevolmente da esso, ma ha capito anche che la stessa sorte toccherà a tutti, che nel gioco quotidiano della sopravvivenza si nasconde il mistero della morte e della caducità. Significa forse che la sua naturale riluttanza a considerare definitivo tale evento deve avergli infuso la capacità di immaginare ostinatamente un mondo al di là di questo, verso il quale

accompagnare il congiunto scomparso con doni e prelibatezze. Significa forse che il cielo e la terra cominciarono a popolarsi di spiriti e di anime, di miti e di leggende, di luoghi sacri e inaccessibili nei quali comunicare con la divinità. Per dare senso a questa permanenza provvisoria in seno alla natura, *Homo sapiens* aveva cominciato a raccontare storie...

Tuttavia, nonostante queste novità comportamentali comincino a fare capolino nei primi siti, il comportamento di *Homo sapiens* per decine di migliaia di anni non sembra discostarsi radicalmente da quello dei suoi predecessori. Il modello sembra essere sempre lo stesso: una speciazione africana locale che produce una variazione sul tema “essere *Homo*” leggermente diversa dalle altre. Dal paesaggio multiforme delle specie *Homo* conviventi tra 300 e 200mila anni fa, emerse una specie dall'anatomia innovativa, che non cambierà più da allora e che oggi viene ereditata da ogni essere umano sul pianeta, con una buona propensione alla caccia (e forse anche al cannibalismo), un cervello espanso fino a 1450 cc di media, e tuttavia ancora priva di molte delle caratteristiche cognitive e sociali che siamo soliti attribuire all'umanità “moderna”. Nel cespuglio delle ramificazioni recenti del genere *Homo*, di speciazione in speciazione, di sperimentazione in sperimentazione è nata la forma *sapiens*. Ma in quale luogo e in quale epoca precisamente è scaturita questa nuova variante evolutiva?

La caduta del modello multiregionale

I più radicali fautori della diversità delle popolazioni umane attuali, come l'antropologo razzista Carleton Coon, si spinsero a datare l'origine di queste fino a *Homo erectus*: nel 1962 egli sostenne che le morfologie razziali erano antecedenti all'origine della nostra specie. Prima di lui, nel 1946, il paleoantropologo tedesco Franz Weidenreich aveva sviluppato un modello gradualista e progressionista che prevedeva il passaggio simultaneo delle popolazioni ominidi attraverso tre grandi fasi (la fase *erectus*, la fase Neanderthal e la fase *sapiens*) divise fin dall'inizio nei diversi continenti. Secondo questo modello "a candelabro", in Europa, in Africa, in Asia e in Australia l'umanità avrebbe attraversato, separatamente e in parallelo, le stesse fasi lineari di progresso.

L'"ipotesi dell'evoluzione multiregionale", sostenuta dalla prima metà degli anni Ottanta fra gli altri da Milford Wolpoff, da Christopher Wills, da Fred Smith e da Alan Thorne, riprese questa idea originaria. Essa individuava quattro rami paralleli dell'origine dell'uomo moderno. La trasformazione in *Homo sapiens*, per via di un "impulso evolutivo" comune, sarebbe avvenuta in tutta l'area di distribuzione di *Homo erectus* con evoluzioni parallele fino a oggi. In questo senso, vi sarebbero state linee di continuità regionale in ogni continente: i popoli europei sarebbero stati discendenti diretti dell'uomo di Neanderthal, rinominato *Homo sapiens neanderthalensis*; le popolazioni dell'Asia

moderna discenderebbero dall'Uomo di Pechino, cioè da gruppi di *Homo erectus* trasformati poi nel *sapiens* arcaico trovato a Dali; mentre le popolazioni indonesiane e australiane discenderebbero dall'Uomo di Giava.

La storia “multiregionale” era dunque questa: *Homo ergaster* esce dall'Africa un milione e mezzo di anni fa, colonizza tutto il Vecchio Mondo e in ciascuna regione l'evoluzione attraversa in parallelo le stesse fasi, passando da *ergaster* a *erectus*, poi a *sapiens* arcaici e infine a *sapiens sapiens*. Gli attuali aborigeni australiani, e così pure europei, asiatici e africani (intesi come “razze umane” distinte a causa del lungo tempo di separazione), sarebbero stati i discendenti diretti delle popolazioni di *Homo erectus* evolutesi lentamente e progressivamente nelle rispettive regioni.

Sul fronte opposto, molti ricercatori nello stesso periodo cominciarono a sostenere che *Homo sapiens* avesse avuto invece un'origine africana indipendente, non così lontana nel tempo. Secondo gli antropologi William Howells, Paul Andrews e Christopher Stringer, fra i primi e più autorevoli esponenti della teoria della “migrazione dall'Africa” o dell’“origine africana”, la nostra specie sarebbe nata circa 200mila anni fa e non si sarebbe dispersa fuori dall'Africa prima di 100mila anni fa. Il passaggio dalle forme più antiche di *Homo* a *Homo sapiens* riguarderebbe quindi soltanto l'Africa.

Ne derivò una storia alternativa, proposta nel 1988: una speciazione dà origine a *Homo sapiens* in Africa (a

partire da una popolazione di *H. heidelbergensis*), non si sa se in Africa orientale o meridionale; la specie presenta una morfologia particolarmente adatta a climi aridi e a rapidi spostamenti; dopo alcune decine di migliaia di anni ha colonizzato il continente africano e si prepara a uscire dall'Africa; a partire da 100mila anni fa si espande in tutto il Vecchio Mondo.

Le resistenze di molti scienziati a questa immagine alternativa dell'origine dell'uomo moderno dipesero in buona parte dal fatto che l'Europa avrebbe così perso il primato geografico tradizionalmente assegnatole: il vecchio continente non era più la culla dell'umanità attuale. Ma i sostenitori dell'ipotesi dell'uscita dall'Africa ("out of Africa") sottolinearono come la discontinuità anatomica e genetica fra le popolazioni umane arcaiche che avevano abitato il Vecchio Mondo centinaia di migliaia di anni fa e quelle moderne potesse essere spiegata soltanto ipotizzando una grande migrazione dall'Africa di *Homo sapiens*: in altri termini, una seconda (a quel tempo, oggi sappiamo la terza) diaspora planetaria dell'umanità.

L'opposizione fra le due teorie non poté che essere frontale, perché basate su due approcci radicalmente diversi all'evoluzione umana. Da una parte troviamo una teoria in sintonia con i principi del gradualismo filetico della Sintesi Moderna evolucionistica, dall'altra una teoria di stampo più geografico e puntuazionista.

Nella teoria dell'evoluzione multiregionale, vi sarebbe stata una tendenza evolutiva generale di tipo adattativo

verso l'uomo moderno in tutto il Vecchio Mondo, e non un "giardino dell'Eden" africano da cui l'uomo moderno sarebbe nato. Nel modello multiregionale non sono contemplate né speciazioni allopatriche né sostituzioni di popolazioni né migrazioni successive a quella originaria di *Homo ergaster*. Le forme arcaiche si sarebbero trasformate gradualmente e simultaneamente in tutto il Vecchio Mondo, per un'evoluzione della tecnologia, della cultura e della vita sociale che avrebbe modificato lentamente l'anatomia complessiva, fino a generare l'uomo moderno. Traspare, dunque, una chiara idea di evoluzione graduale e progressiva.

Nella teoria dell'origine africana vi sarebbe, al contrario, una speciazione locale africana recente, probabilmente emersa nel contesto di frammentazione degli habitat e di instabilità climatica dovuti al periodo glaciale che va da 200mila a 125mila anni fa, che genera il modello anatomico moderno. Quando gli effetti della glaciazione arretrano e il clima si fa più clemente, la specie migra in tutta l'Africa e poi negli altri continenti. Si tratta dunque di un'ipotesi di tipo geografico in accordo con la teoria degli equilibri punteggiati e definita "migrazionista". In tal caso, la diffusione simultanea della tecnologia musteriana, con alcune varianti regionali, sarebbe derivata o da contatti di tipo culturale o da processi migratori, e non da un flusso genico costante e graduale di rimescolamento delle popolazioni.

Ne discendono anche due concezioni diametralmente opposte della storia delle popolazioni umane attuali sulla Terra. Se fosse vera la prima, le cosiddette “razze” umane sarebbero separate da un’evoluzione di parecchie centinaia di migliaia di anni e dovrebbero quindi essere molto diverse sul piano genetico, al punto da essere quasi specie differenti. Per giustificare l’evidente incongruenza empirica di tale assunto, Wolpoff ipotizzò l’esistenza di una rete di connessioni genetiche antiche fra i diversi gruppi, tale da garantire una sostanziale unità tra tutte le “razze” umane attuali. Affinché sia possibile nei diversi continenti un’evoluzione convergente che conduca a una specie unitaria come la nostra, occorre infatti ipotizzare un costante flusso genico fra tutte le popolazioni del pianeta, ma non è ben chiaro come questo incrocio globale di popolazioni possa essersi realizzato. Il fenomeno era ritenuto molto improbabile da autorevoli genetisti delle popolazioni come Shahin Rouhani già alla fine degli anni ottanta del secolo scorso. Nel caso dei reperti asiatici, poi, appariva evidente che né la tecnologia né l’anatomia avessero seguito le fasi di sviluppo graduale da *Homo erectus* a *Homo sapiens*. Quando arrivano i primi esemplari di *Homo sapiens* nei siti cinesi di Dali e di Jinniu si avverte nettamente la presenza di due specie separate e indipendenti, una specie giovane e una specie antica.

Se fosse corretta l’ipotesi africana, tutte le popolazioni terrestri sarebbero al contrario le discendenti “giovani” di un unico ceppo africano e quindi sarebbero poco

differenti sul piano genetico, una previsione che coincide in effetti con il bassissimo livello di variabilità genetica presente fra le diverse popolazioni umane. Ne discende che le “razze umane” non dovrebbero nemmeno esistere. Quindi i due modelli producevano predizioni sperimentali incompatibili (non potevano essere veri entrambi): lì si poteva quindi mettere alla prova per capire quale dei due era quello giusto (con il che si dimostra che la biologia evoluzionistica rispetta tutti i criteri sperimentali di falsificabilità).

Prove archeologiche a favore della teoria monogenista emersero nei primi anni Novanta: l'esistenza nell'Africa subsahariana (e non altrove, fatta eccezione per il Medio Oriente dove i resti più antichi sono quasi contemporanei a quelli africani) di uomini anatomicamente moderni molto antichi è stata ulteriormente confermata, mentre i più antichi resti di uomo moderno rinvenuti in aree non africane presentano caratteristiche sub-ottimali rispetto all'ambiente, segno di una probabile migrazione da territori con un clima diverso. I Neanderthaliani presentano le caratteristiche di un buon adattamento ai climi rigidi dell'Europa glaciale, mentre *Homo sapiens* mantiene il fisico adatto a climi secchi e caldi (che compensa evidentemente con tecnologie e cultura).

Le datazioni dei reperti di uomo moderno, sempre più raffinate, confermarono la cronologia di una terza grande diaspora planetaria (avvenuta intorno ai 130-100mila anni fa) dopo quelle di *Homo ergaster* e di

Homo heidelbergensis. Da definire rimaneva il tasso di incrocio e di flusso genico fra le popolazioni umane moderne e quelle anticamente insediate nel Vecchio Mondo: si erano mescolate gradatamente o le forme moderne avevano sostituito completamente le precedenti?

La prova decisiva giunse però, a partire dal 1987, con l'applicazione delle tecniche di datazione attraverso la termoluminescenza e la risonanza elettronica ai fossili Neanderthaliani e *sapiens* rinvenuti, insieme, in alcuni siti israeliani. Precedentemente, in accordo con il modello monofiletico e gradualista di Schwalbe e sulla base di datazioni stratigrafiche, si era calcolato che i resti Neanderthaliani fossero tutti più antichi di quelli di *Homo sapiens* e che rappresentassero quindi gli antenati dell'uomo moderno. L'interpretazione venne diametralmente rovesciata con le nuove datazioni: i siti Neanderthaliani del Medio Oriente erano o più recenti (come quelli di Amud e di Kebara, risalenti a 50-60mila anni fa) o contemporanei ai siti di uomini moderni di Skhul e di Qafzeh, risalenti a 92-100mila anni fa. Due anni dopo si datò un sito Neanderthaliano (a Tabun) intorno ai 120mila anni, segno di una presenza dell'uomo di Neanderthal che perdurava da più di 60.000 anni e a cui si affiancò, 20.000 anni dopo il suo arrivo, la presenza di umani moderni. Il periodo più lungo di convivenza fra le due specie oggi calcolato è di 40.000 anni: l'uomo di Neanderthal di Kebara è di

40.000 anni più giovane del primo uomo moderno rinvenuto a Skhul.

Le datazioni quindi escludono che l'uomo di Neanderthal sia l'antenato diretto dei *sapiens* mediorientali, come presupponeva l'ipotesi dell'evoluzione multiregionale. Le prove archeologiche e anatomiche pendevano quindi a favore dell'ipotesi "out of Africa" già verso la metà degli anni Ottanta, ma il loro carattere lacunoso lasciava spazio a interpretazioni contrapposte. Come era avvenuto per la datazione della separazione fra le scimmie antropomorfe e gli ominini nella seconda metà degli anni Sessanta, sarà ancora una volta l'antropologia molecolare a dire l'ultima parola sulla controversia, rafforzando l'alleanza interdisciplinare che oggi costituisce la più promettente frontiera della ricerca scientifica in campo paleoantropologico. I sorprendenti risultati dell'antropologia molecolare faranno il giro del mondo e conquisteranno le prime pagine dei giornali quando, nel 1987, verrà annunciata la scoperta della prima donna da cui tutta l'umanità sarebbe discesa: la mitica "Eva mitocondriale".

L'ipotesi, avanzata separatamente da Douglas Wallace nel 1983 e da Allan Wilson, Rebecca Cann e Mark Stoneking nel 1987, era una versione radicale della tesi monogenista dell'uscita dall'Africa: gli studiosi sostennero di aver trovato la prova molecolare della prima migrazione dall'Africa di *Homo sapiens* e di averne individuato la data precisa. Secondo l'"ipotesi

dell'“Eva mitocondriale” la migrazione dall'Africa avrebbe portato alla sostituzione completa delle popolazioni umane preesistenti negli altri continenti, forse con un lieve mescolamento genetico, al punto che sarebbe stato possibile ricostruire attraverso l'analisi del Dna mitocondriale la data di nascita della prima femmina di *Homo sapiens*: una metaforica “Eva” africana vissuta intorno ai 200mila anni fa.

Allan Wilson, insieme ai due giovani colleghi, si rese conto che il Dna mitocondriale era uno strumento perfetto per applicare l'orologio molecolare anche a specie o popolazioni che si erano separate da poco: è quantitativamente limitato (poco più di 15.000 basi per la codifica di 37 geni); le mutazioni genetiche che lo interessano sono per lo più neutrali rispetto alla selezione; la velocità dell'accumulo di variazioni è molto alta e regolare. Inoltre, il Dna mitocondriale si trasmette soltanto per via femminile.

L'idea alla base di “Eva mitocondriale” era semplice. Applicando l'orologio molecolare al Dna mitocondriale di tutte le popolazioni umane si sarebbero potute misurare le biforcazioni principali delle linee materne di tutti gli individui della nostra specie, fino ad arrivare al luogo e alla data di origine della nostra specie. Gli esiti furono spettacolari: dalle comparazioni del Dna mitocondriale di migliaia di individui appartenenti alle più diverse popolazioni umane risultava che la specie umana aveva ereditato, su tutto il pianeta, un unico Dna mitocondriale appartenente a una donna vissuta in Africa

fra 200mila e 150mila anni fa. Da questa forma ancestrale erano poi derivate, attraverso una sequenza di biforcazioni che poteva essere studiata nel dettaglio, tutte le forme presenti nelle popolazioni attuali. La scoperta era così forte da suscitare di primo acchito molte resistenze e il riferimento giornalistico a una sola donna, di reminiscenza biblica, non aiutò l'accoglienza della teoria.

Di certo, i dati ricavati dall'analisi mitocondriale erano in aperta contraddizione con la teoria dell'evoluzione multiregionale: la variabilità genetica fra le popolazioni non era elevata come avrebbe dovuto se vi fosse stata una lunga e graduale evoluzione dalle varietà regionali di *Homo erectus* alle varietà regionali di *Homo sapiens*; ma soprattutto, la variabilità non era uguale per tutte le popolazioni (come avrebbe dovuto essere se vi fosse stata un'evoluzione in parallelo in ogni parte del Vecchio Mondo), ma diminuiva allontanandosi dall'Africa. Quindi, secondo il principio dell'orologio molecolare, i Dna mitocondriali africani erano più antichi di tutti gli altri e più vicini alla "forma madre". I dati attestarono palesemente un'origine recente e africana dell'uomo moderno. Le predizioni contrapposte erano state verificate e avevano dato ragione all'ipotesi dell'origine africana recente, oltre ogni ragionevole dubbio.

Il punto di maggiore discussione furono i tassi di mutazione genetica: se non sono uniformi nel tempo, come sospettarono alcuni critici della teoria dell'eredità

mitocondriale, le stime temporali non sono affidabili. Ma una lunga serie di riesami successivi non fece altro che confermare e raffinare l'ipotesi di Eva mitocondriale. Wilson aveva immaginato correttamente che l'ipotetica Eva africana fosse una femmina appartenente a un piccolo "gruppo fondatore" che, a causa di un fenomeno di restrizione improvvisa della popolazione (un "collo di bottiglia"), aveva dato origine alla speciazione da cui è nato *Homo sapiens* e aveva quindi trasmesso all'umanità il Dna mitocondriale di Eva.

Ma perché un solo Dna mitocondriale era stato trasmesso? Secondo la genetica, il "primo gruppo" antenato dell'uomo moderno doveva contare dai 10.000 ai 100.000 individui. Già nel 1983 il biologo John Avise aveva mostrato che il numero dei Dna mitocondriali in un gruppo del genere, chiuso a influenze genetiche esterne, tende in alcune decine di generazioni a restringersi progressivamente per un processo di estinzione casuale: alla fine rimane un solo Dna mitocondriale condiviso da tutti gli individui del gruppo. È lo stesso fenomeno che si riscontra nei piccoli paesini di montagna che rimangono isolati da influssi di emigranti esterni per molte generazioni: i cognomi, che si trasmettono solo per via maschile, tendono a estinguersi di generazione in generazione, finché non ne rimane soltanto uno. A ogni generazione, infatti, il cognome tende a estinguersi con le figlie femmine e

statisticamente verrà un momento in cui un solo cognome sarà comune a tutti.

In alcune migliaia di generazioni, nella piccola popolazione originaria di *Homo sapiens* i Dna mitocondriali trasmessi dalle femmine si sono estinti tutti tranne uno, poiché a ogni figlio maschio il Dna della madre si estingueva. Quindi non è mai esistita fisicamente una “Eva” progenitrice dell’umanità, come i detrattori della teoria hanno voluto far credere. Semplicemente, per un normale processo di estinzione statistica, è sopravvissuto un solo Dna mitocondriale che si è trasmesso a tutta l’umanità per via femminile. Con il diffondersi delle tribù di *sapiens* in tutto il mondo, questo Dna mitocondriale “numero zero” ha cominciato ad accumulare regolarmente mutazioni genetiche, diverse da popolazione a popolazione. Partendo da oggi e andando indietro nel tempo si può quindi ricostruire, attraverso il metodo della coalescenza, il punto di origine dell’unica variante sopravvissuta. La misura delle mutazioni successive accumulate dalla variante sopravvissuta ha permesso a Wilson, Cann e Stoneking di ricostruire il primo albero genealogico della diversità umana sulla Terra.

Più delicata è la definizione della data precisa dell’uscita dall’Africa della popolazione ancestrale, perché essa dipende dalla stima esatta della velocità di mutazione nel Dna mitocondriale. Inoltre, bisogna considerare che l’orologio molecolare misura soltanto l’inizio della divergenza genetica del Dna mitocondriale

trasmesso all'umanità attuale, un fenomeno che potrebbe aver preceduto l'effettiva divergenza morfologica della nostra specie e poi la sua ramificazione planetaria.

La nascita di *Homo sapiens* è stata dunque a tutti gli effetti una novità recente, figlia di una speciazione africana votata alla colonizzazione dell'intero pianeta. Fossili e molecole convergono sulla data di nascita fatidica di 200mila anni fa per la nostra specie, anche se ciò non esclude che vi siano stati molteplici tentativi di emergenza delle caratteristiche morfologiche *sapiens* in altre popolazioni di *Homo heidelbergensis* tardo in tutta l'Africa. In effetti nel giugno 2017, su "Nature", nuovi resti umani emersi dal sito marocchino di Jebel Irhoud, appartenuti probabilmente a una forma di transizione tra *Homo heidelbergensis* tardo (talvolta chiamato anche *Homo rhodesiensis*) e forme proto-*sapiens* già diffuse su tutto il continente (e a quanto pare non soltanto in Africa orientale) sono stati retro-datati molto anticamente, tra 315 e 334mila anni fa.

Tutto lascia pensare che il pacchetto completo dei tratti anatomici tipici della nostra specie sia comparso sì 200mila anni fa in Etiopia, come attestano i dati molecolari in sintonia con quelli paleontologici, ma sia stato preceduto da una lunga e ancora oscura fase di transizione (tra 400 e 200mila anni fa) durante la quale le popolazioni umane in diverse parti dell'Africa cominciavano a esprimere mosaici differenziati di tratti *sapiens*. Un altro caso, quindi, di evoluzione a mosaico.

Capitolo settimo

Il grande cespuglio della diversità umana: *Homo sapiens* specie planetaria

La preistoria non è semplicemente un periodo che gli esseri umani hanno attraversato molto tempo fa: è qualcosa che, una volta compreso nel modo appropriato, ci permette di guardare alla situazione attuale in una prospettiva più valida di quella incoraggiata dallo studio delle nostre storie provinciali. La sostanza della preistoria mondiale è niente meno che l'emergenza e l'auto-realizzazione dell'umanità medesima. Attraverso questa preistoria planetaria noi sapremo creare una mitologia adeguata ai tempi in cui tutti i popoli della Terra potranno trovare soddisfazione in essa.
Grahame Clarke, 1961

La vita, attorno alla caverna dell'orda capeggiata da Edward, procedeva alacramente. Fervevano i preparativi di un'imminente battuta di caccia, con nuove strategie che il capo intendeva sperimentare. Durante i primi tentativi (a dire il vero piuttosto dolorosi per le mani dei malcapitati cuccioli...) di riprodurre il fuoco percotendo le selci e producendo scintille, l'orda di ominini venne però sorpresa da un insperato ritorno. Dopo anni di lontananza, stanco e pieno di ferite, spuntò dalla foresta lo zio Ian, un indomito viaggiatore, "sempre all'estero". Venne accolto come un trionfatore.

Quando Edward gli mostrò orgoglioso il fuoco, Ian non si scompose. “Ce l’hanno anche in Cina”, commentò, “scoprono sempre tutto per primi”. La curiosità delle donne e dei cuccioli era insaziabile e lo zio Ian, dopo una lauta cena a base di costate di mammut, cervella di babbuino, sangue di tartaruga e uova di cocodrillo, cominciò a raccontare.

In un primo tempo era sceso verso l’Africa meridionale, incontrando alcuni cugini robusti assai deludenti e arretrati, confinati in una terra circondata dal mare. Allora aveva puntato verso nord, attraversando le foreste tropicali abitate da strani ominidi con la pelle nera e giungendo quindi in un favoloso paradiso terrestre fatto di praterie, ruscelli, colline ondulate, mandrie al pascolo, orde pacifiche e selvaggina a volontà: il Sahara. Piegando verso occidente quando si era trovato di fronte a un grande lago, Ian aveva attraversato un istmo di terra dal quale provenivano frotte di animali in cerca di riparo dal freddo ed era penetrato nell’Europa glaciale. Aveva camminato per giorni nella neve dei Pirenei e aveva visto le grandi distese di ghiaccio che scendevano verso sud lambendo il grande lago. In Europa, continuò Ian, aveva incontrato uno strano cugino, un certo “uomo di Neanderthal”, dotato di una possente muscolatura, con la fronte sfuggente, gli zigomi pronunciati, due enormi occhi infossati e un grande cervello. Gli parvero molto intelligenti e abili nell’inseguire le renne. Lavoravano la selce da maestri, ma avevano idee un po’ strambe:

“troppo metafisiche per me, temo. Io sono un tipo pratico. Tanto per dirne una, seppelliscono i morti”.

La peregrinazione fantastica di Ian era continuata, non prima però di aver apprezzato la cordialità di alcune ragazze Neanderthaliane affascinate dal suo aspetto neotenico... Aveva lasciato la Francia e, costeggiando il grande lago questa volta sulla sponda nord, aveva attraversato i Balcani e l'Anatolia arrivando fino in Palestina. Qui aveva trovato i “neandertaloidi in lotta con certi immigranti africani”, non per via della mancanza di cibo ma a causa di una inspiegabile irritabilità di tutti i primati della regione. Infine, dopo aver oltrepassato la fertile Arabia e la foresta delle tigri dai denti a sciabola, era penetrato in Cina, dove aveva incontrato l'ennesima forma subumana, uno scimmione piuttosto arcaico ma dotato di armi affilate e padrone del fuoco. Da qui, ascoltando vecchie leggende su un misterioso ominide delle nevi himalaiane, Ian aveva deciso di “andare a vedere come si stavano mettendo le cose in America” e si era incamminato verso il passaggio a nord-est. Ma i ghiacci erano impenetrabili e i gliptodonti facevano buona guardia: il Nuovo Mondo dovrà attendere. Edward, insaziabile uomo scimmia progressista, è deluso: “È una brutta notizia, Ian. Molto brutta. Significa che non siamo neanche lontanamente arrivati dove speravo. Non esistono ancora americani? Stento a crederlo”.

Ma sarà questione di poche migliaia di anni e gli impazienti uomini scimmia del Pleistocene arriveranno

dappertutto. L'orda incuriosita dei pronipoti di Edward explorerà il globo intero senza fermarsi mai più. Il viaggio di Ian è dunque una pertinente metafora per la storia che andiamo a raccontare. Homo sapiens si appresta a diventare un ominide globale, un ominide planetario. La prima specie per la quale il mondo non sarà abbastanza...

L'albero della diversità umana

Le scoperte sensazionali di “Eva mitocondriale” diedero grande impulso e lustro all'antropologia molecolare dalla fine degli anni Ottanta in poi, anche se i risultati a cui si era giunti erano l'eredità di ricerche che duravano da almeno vent'anni. La sfida apparve subito chiara: applicare l'orologio molecolare direttamente al Dna nucleare per verificarne la corrispondenza con l'albero genealogico tracciato dall'ipotesi dell'eredità mitocondriale. Così, utilizzando le informazioni provenienti dalla lettura del patrimonio genetico di diverse popolazioni e confrontandole con i dati ottenuti da altre scienze come l'archeologia, la linguistica, la demografia e l'antropologia, i genetisti italiani Luigi Luca Cavalli Sforza, Paolo Menozzi, Alberto Piazza e altri scienziati diedero un contributo ineguagliabile allo studio della storia della diversità umana, promovendo tra l'altro, a partire dal 1991, una grande iniziativa di ricerca scientifica planetaria, denominata “Progetto Internazionale di Studio della Diversità Genomica Umana”.

Lo strumento sperimentale adottato dal gruppo di Cavalli Sforza a Stanford era una versione aggiornata di quello adottato già da Wilson e Sarich negli anni Sessanta per la datazione dell'origine degli ominidi e per la misura della parentela genetica fra l'uomo e le scimmie antropomorfe, applicato però al Dna nucleare. Allora i due scienziati avevano analizzato marcatori molto semplici, come la reazione immunologica delle proteine del sangue. Il metodo del gruppo di Cavalli Sforza consisteva invece nel calcolare la frequenza di alcune versioni di un determinato gene o di una determinata proteina al fine di calcolare per coalescenza i periodi di separazione fra le popolazioni e di ricostruire i tracciati delle loro migrazioni. La premessa di partenza è sempre che esista una relazione diretta di proporzionalità fra la quantità di differenze riscontrate fra due patrimoni genetici attuali e il tempo trascorso dalla loro separazione a partire da un antenato comune.

La quantità di mutazioni avvenute, se il ritmo è regolare, misura dunque il tempo trascorso. Il confronto (su basi statistiche) fra la struttura di determinate proteine oppure fra diversi corredi genetici, praticato su particolari sequenze "selettivamente neutre" a mutazione regolare e rapida (scoperte alla fine degli anni Sessanta dal genetista giapponese Motoo Kimura), può permettere allora di ricostruire con un certo grado di sicurezza l'albero filogenetico di un gruppo. Le mutazioni "neutre", sulle quali cioè non agisce la selezione naturale, sono sostituzioni di basi nucleotidiche che

avvengono con un ritmo molto regolare, proprio perché non sono né accelerate né frenate dalla selezione: le candidate migliori per un orologio molecolare preciso e affidabile.

Un filone parallelo di indagine seguì invece lo stesso metodo di Eva mitocondriale, cioè il calcolo diretto della quantità di mutazioni in strutture a discendenza matrilineare o patrilineare. Nel 1994 il genetista Robert Dorit applicò la medesima tecnologia usata per l'eredità mitocondriale allo studio comparato di alcuni tratti del cromosoma Y, la cui discendenza è soltanto maschile e rappresenta il reciproco perfetto del Dna mitocondriale. Gli esiti furono altrettanto interessanti. Il cromosoma Y di tutta l'umanità, proprio come i cognomi in un piccolo paesino di montagna, deriva da una forma ancestrale unica, portata da un individuo vissuto in Africa intorno a 240mila anni fa e soprannominato (so che ci avreste giurato) "Adamo".

Stime successive abbassarono l'età di Adamo, fino a 160mila anni fa, ma sempre in sostanziale accordo con quanto previsto dall'ipotesi di Eva mitocondriale. Anche la versione maschile dell'albero genealogico raccontava dunque la storia di un'umanità discesa recentemente da una piccola popolazione uscita dall'Africa, forse a ondate successive. Quantitativamente la variabilità genetica fra tutte le popolazioni umane risultò sempre bassissima, segno di una loro origine recente e dell'impossibilità di classificare le popolazioni umane attuali in "razze" distinte.

Il progetto dell'antropologia molecolare, con i suoi diversi metodi, è diventato sempre più ambizioso: ricostruire nel dettaglio le tappe dell'espansione planetaria umana sulla scorta della situazione genetica attuale, ricavando le date di ramificazione dall'analisi delle derive genetiche. Le biforcazioni dei rami dell'albero dovrebbero corrispondere, storicamente, alle separazioni fra due popolazioni: cioè a quel fenomeno per cui da una popolazione si stacca una piccola parte che migra altrove, in un territorio abbastanza distante da quello originario da far sì che i flussi migratori successivi siano ridotti e l'incrocio fra le due popolazioni pressoché interrotto.

Lo studio dell'evoluzione umana è oggi un'impresa intrinsecamente interdisciplinare. La paleoantropologia e l'antropologia fisica partono dalla considerazione di dati empirici frammentari dai quali, induttivamente, ricostruiscono un'ipotesi storica. L'antropologia molecolare rovescia invece l'approccio, poiché muove da un assunto teorico (l'affidabilità dell'orologio molecolare) per dedurre una ricostruzione storica che in un secondo tempo può cercare conferma nell'archeologia. La sfida di questo programma interdisciplinare sta nel rendere complementari tali metodi, sviluppando una rete di conferme sperimentali incrociate che rafforzino a vicenda i molteplici "punti di vista" parziali sulla storia naturale della specie umana.

Nel frattempo la nostra conoscenza del genoma umano si è approfondita e le comparazioni genetiche sono

diventate molto più raffinate e precise. Oggi si sequenziano e si confrontano interi genomi (a centinaia) con costi che si sono esponenzialmente ridotti. Una molteplicità di ricerche in campo biomolecolare ha comunque confermato i risultati ottenuti con il Dna mitocondriale e con il cromosoma Y, confutando definitivamente l'ipotesi dell'evoluzione multiregionale. Le evidenze sono sempre le stesse: una bassissima divergenza genetica fra tutte le popolazioni umane; una variabilità leggermente più accentuata nelle popolazioni africane, corrispondente a una separazione tra loro e quelle fuoriuscite avvenuta circa 70-60mila anni fa.

Gli alberi genealogici delle parentele umane ottenuti attraverso le comparazioni genetiche mostrano la maggiore antichità delle popolazioni africane e poi le ramificazioni successive tra africani e asiatici, tra asiatici ed europei, tra asiatici e popolazioni australiane, tra tutti e le popolazioni amerinde. Si riconoscono chiaramente due gruppi: uno fatto solo di africani e l'altro di africani più tutti gli altri.

Un effetto del fondatore in serie

Le espansioni di *Homo sapiens* hanno lasciato una traccia genetica flebile ma significativa, che oggi sappiamo interpretare. I sette miliardi e più di esseri umani che abitano oggi il pianeta presentano una variazione genetica molto ridotta e proporzionalmente più bassa mano a mano che ci si allontana geograficamente dal continente africano. Questo dato

suggerisce che l'intera popolazione umana sia discesa da un piccolo gruppo iniziale, che conteneva gli antenati di tutti noi e che alcuni stimano non superasse poche migliaia di individui. È come se tutta l'umanità attuale, da New York a Tokio al Brasile, derivasse da un piccolo quartiere di Roma.

Poi questa popolazione pioniera originaria dell'Africa sub-sahariana è cresciuta e si è diffusa, irradiando di volta in volta nuovi gruppi fondatori, di piccole dimensioni, che hanno rapidamente colonizzato prima il Vecchio Mondo e poi anche l'Australia e le Americhe. La dinamica di espansione attraverso il succedersi di spostamenti di piccoli gruppi dalla periferia del popolamento precedente produce una sequenza di "derive genetiche", un fenomeno evolutivo che ha ridotto la diversità media interna alle popolazioni umane mano a mano che si allontanavano dall'Africa.

Quando infatti una piccola popolazione si stacca e va "alla deriva", vuoi perché una barriera geografica l'ha separata dal suo territorio originario vuoi perché alcuni "fondatori" escono a colonizzare un altro territorio, i pochi che se ne vanno portano con sé una piccola porzione casuale della variazione presente nella popolazione madre. Saranno quindi un po' più poveri geneticamente e con varianti peculiari che si possono presentare in percentuali inedite: per esempio potranno avere la prevalenza di certi caratteri genetici (come i gruppi sanguigni) anziché di altri, oppure presentare alte frequenze di una certa malattia ereditaria. Questo

avviene perché nei primi fondatori erano presenti in modo sbilanciato quelle varianti e non altre.

Lo stesso effetto, detto però “collo di bottiglia”, si ha quando una popolazione si riduce improvvisamente di numero, a causa per esempio di una crisi ambientale, e poi ricomincia a crescere a partire dai pochi sopravvissuti. Inoltre, in un gruppo piccolo le normali oscillazioni di frequenza delle varianti genetiche possono più facilmente portare alla prevalenza di alcune e all'estinzione di altre. Questi fenomeni demografici hanno carattere casuale e squisitamente statistico, perché i tratti da essi derivanti non hanno un valore adattativo favorito dalla selezione. Se la popolazione è molto piccola, l'incidenza delle “derivate genetiche” prevale spesso sulla selezione naturale nel determinare le variazioni genetiche locali, ma in casi particolari la selezione naturale può favorire mutazioni locali in conseguenza di adattamenti genetici.

Distanza genetica e distanza geografica dall'Africa, dunque, sono fortemente correlate. La diversità genetica, a causa di un effetto del fondatore in serie, va scemando in modo progressivo mano a mano che ci si allontana dal continente africano, in particolare da una zona dell'Africa centromeridionale che si sovrappone ai territori d'origine delle popolazioni di cacciatori raccoglitori di lingue khoi-san. La distanza geografica è calcolata in linea retta, ma tenendo conto degli oceani e delle principali barriere fisiche, che rappresentano un passaggio obbligato. Attraverso una catena sequenziale

di colonie, gli *H. sapiens* hanno idealmente coperto il cammino di 25.000 km che separa indicativamente Addis Abeba dalla punta del Sud America. Il modello si basa sull'assunzione che gli individui per accoppiarsi si spostino solitamente su distanze brevi e che gli scambi genetici tra popolazioni confinanti non indeboliscano gli effetti della deriva genetica.

Nel 2010 un gruppo di genetisti completò una suggestiva indagine sul genoma di quattro anziani cacciatori-raccoglitori khoi-san, messi a confronto con quello di un illustre discendente di agricoltori bantu, l'arcivescovo e premio Nobel per la Pace Desmond Tutu. Il risultato confermò la maggiore antichità delle popolazioni africane, da una porzione delle quali discendono tutti gli altri gruppi umani sparsi nel mondo: la variabilità interindividuale media rilevata fra questi genomi sudafricani è altissima.

Siamo insomma una specie geneticamente molto omogenea e giovane, che nelle piccole diversità dei suoi genomi nasconde la sottile traccia degli spostamenti in serie di piccoli gruppi fondatori fuori dall'Africa. In uno studio apparso nel 2011, si è visto che anche i fonemi di base delle lingue subiscono un declino direttamente proporzionale all'allontanamento dall'Africa: dunque anche le lingue potrebbero aver seguito un'espansione e una rapida differenziazione per gruppi fondatori poco numerosi a partire dal continente di origine dell'umanità.

Il mondo non è abbastanza

Le distanze genetiche misurate fra i vari gruppi sembrano quindi corrispondere a una dispersione geografica in varie fasi a partire dal sito originario in Africa. Tra queste soglie di ramificazione, la prima separò il ceppo africano da quelli non africani, mentre la seconda portò alla divaricazione fra asiatici meridionali e asiatici delle steppe settentrionali. Una terza si ebbe con le divisioni fra gli asiatici del sud e i ceppi della Nuova Guinea e dell'Australia, nonché fra caucasoidi (destinati a popolare l'Europa) e i ceppi dell'Asia settentrionale. Da questi ultimi, in quarta battuta, deriveranno gli amerindi, per successiva migrazione attraverso lo stretto di Bering.

In 60-70.000 anni *Homo sapiens* colonizza ogni angolo del pianeta, si adatta agli ambienti e ai climi più diversi, si sposta con facilità e forma i primi gruppi di insediamento organizzati. Il periodo delle grandi migrazioni corrispose a una fase glaciale, durante la quale il livello dei mari era basso e quasi tutti i continenti (esclusa l'Australia) erano collegati da strisce di terra. Vi era dunque un'eccezionale continuità territoriale fra tutte le terre emerse: si poteva virtualmente camminare dal Sudafrica al Sud America senza incontrare mai un braccio di mare. Solo a partire da 11.400 anni fa, con l'inizio del periodo interglaciale che stiamo ancora attraversando, il livello dei mari ricominciò a sollevarsi, sommergendo probabilmente molti insediamenti umani.

Non è da escludere che la globalizzazione dell'umanità sia avvenuta attraverso diverse ondate successive, secondo un modello "a dispersione multipla" proposto originariamente da Marta Lahr e Robert Foley nel 1994. Queste ondate di dispersione potrebbero essere state così numerose da confondersi, alla fine, con un'espansione continuativa. Secondo dati genetici pubblicati su "Nature" nel settembre del 2016, i marcatori genetici posseduti da tutte le popolazioni non africane attuali sono tipici dell'ultima ondata "Out of Africa", avvenuta intorno a 60mila anni, anche se forse almeno un'ondata precedente ha lasciato tracce in alcune popolazioni del Pacifico.

Il punto di partenza delle fuoriuscite era forse vicino al sito eritreo di Abdur, datato 125mila anni fa. Costeggiando la penisola arabica e la penisola indiana le popolazioni di *Homo sapiens* raggiunsero facilmente l'Asia orientale e l'Indonesia, dove la loro presenza è attestata a partire da 70-60mila anni fa, ma forse anche prima.

Le propaggini estreme della prima ondata si allungano fino alla Cina, dove *Homo sapiens* è segnalato da 67mila anni fa, a Zhoukoudian e a Dali, anche se dati del 2015 potrebbero retro-datare la presenza della nostra specie in Cina, a Fuyan, fino a 80mila anni fa. Non si può escludere che avanguardie della nostra specie siano arrivate in Cina in un'epoca più antica del previsto, per esempio già fra 120mila e 80mila anni fa a Zhirendong. I tratti arcaici che permangono in mandibole e denti di

questi *sapiens* potrebbero essere il risultato di incroci con popolazioni asiatiche di Neanderthal e Denisova incontrate nel tragitto. Poco tempo dopo più a sud, attraversando bracci di mare di alcune centinaia di chilometri la nostra specie raggiunge la Nuova Guinea e l'Australia, dove lo ritroviamo nei siti del lago Mungo nel Nuovo Galles del Sud intorno a 40mila anni fa.

Una ri-datazione degli artefatti litici umani trovati nel sito di Madjedbebe, in Australia settentrionale, pubblicata a fine luglio 2017 su "Nature", ha stabilito che i primi esseri umani approdarono sul supercontinente Sahul (la massa continentale che nella fasi glaciali con mari bassi univa Australia, Nuova Guinea e Tasmania) almeno 65mila anni fa, prima di quanto supposto finora. Erano esseri umani anatomicamente e cognitivamente moderni (in pratica come noi, anche in fatto di creatività artistica) e furono capaci di compiere l'impresa di attraversamento di un largo braccio di mare in un'epoca in cui poco distanti (sull'isola di Flores) sopravvivevano ancora gruppi della specie umana pigmea *Homo floresiensis*, forse su Giava resistevano gli ultimi *Homo erectus* della valle del fiume Solo, e sicuramente in Eurasia circolavano ancora i Neanderthal e i Denisovani. Mentre gli antenati degli aborigeni australiani si espandevano in Oceania, quindi, altri umani resistevano all'estinzione.

Le tribù di *Homo sapiens* devono avere sperimentato una qualche forma di rudimentale navigazione, occasionale o intenzionale, forse su tronchi e canoe, per

approdare in Australia. È plausibile che la costa al di là del mare sia stata scoperta ed esplorata durante le escursioni di pesca delle popolazioni indonesiane. Comunque sia, il tutto avvenne almeno 50.000 anni prima della più antica imbarcazione scoperta nel Mediterraneo: all'Europa sfugge così anche il primato della "navigazione".

Intorno a 50-45mila anni fa gli *H. sapiens* da est e forse da sudovest fanno il loro ingresso per la prima volta anche in Europa, dove danno origine a una popolazione dai comportamenti molto avanzati, battezzata nel 1868 "Cro-Magnon", dal nome del sito francese di uno dei primi rinvenimenti in Dordogna. Nella stessa fase li troviamo anche in zone più interne dell'Asia, ai bordi delle steppe settentrionali. Il popolamento del Vecchio Mondo, dal Sudafrica alla Francia, dalla Spagna alla Cina, riguarda ormai più latitudini e avviene con una rapidità senza precedenti. I cacciatori raccoglitori della specie *Homo sapiens* penetreranno a più riprese in Europa nelle epoche successive, provenendo anche dall'Asia centrale.

Nel 2016 sullo sponde ghiacciate del mare di Kara, oceano Artico, a una latitudine estrema dove adesso la temperatura più mite è meno 22 gradi, è stato scoperto un giovane maschio di mammut, cacciato e macellato da un gruppo di *Homo sapiens* già 45mila anni fa. Questa scoperta eccezionale dimostra che i cacciatori raccoglitori della nostra specie, usciti pochi millenni prima dall'Africa, erano in grado di vivere cacciando

mammut al polo nord in condizioni proibitive. Nel periodo dell'ultima glaciazione, più di 20.000 anni fa ma sicuramente già prima, *Homo sapiens* quindi conquista le steppe e la tundra dell'Asia settentrionale, si spinge sulle distese ghiacciate della Siberia orientale e invade attraverso la Beringia (un'ampia regione allora asciutta a causa dell'abbassamento dei mari dovuto alla glaciazione, dove oggi è lo stretto di Bering) il continente americano percorrendolo in alcuni millenni fino alla Terra del Fuoco. Dopo l'epopea australiana, un'altra epopea.

Questo ricco curriculum di esploratore è senz'altro connesso a un raffinamento delle tecniche di caccia, di preparazione dei tessuti e delle capanne, nonché a un'ulteriore intensificazione dell'organizzazione sociale. Intorno a 50mila anni fa per la prima volta una specie ominina conquista non soltanto gli habitat caldi e umidi delle origini africane, gli habitat caldi e secchi della fascia sahariana e mediorientale, gli habitat temperati dell'Europa e della Cina, ma anche gli sterminati habitat freddi e secchi delle steppe asiatiche e del Nord America. Da questi contesti climatici ed ecologici così differenziati prendono forma i piccoli e superficiali adattamenti morfologici antropometrici che distinguono le popolazioni umani attuali.

La diversificazione in popolazioni è rapida, i gruppi non comunicano più fra loro a causa delle enormi distanze e questo determina anche una corrispondente diversificazione linguistica: un'autentica "torre di

Babele”. L’albero evolutivo planetario delle famiglie linguistiche, portato a livelli di crescente raffinatezza dai linguisti, corrisponde con precisione sorprendente all’albero evolutivo genetico delle popolazioni. Anche se popolazioni biologiche e lingue evolvono in modi molto diversi, il criterio linguistico di raggruppamento genealogico dà infatti risultati analoghi a quello geografico e genetico: la scissione e lo spostamento a catena dei gruppi umani in nuovi territori avrebbe prodotto un susseguirsi di “isolati periferici”, che avrebbero rapidamente accumulato sia differenze genetiche (per mancanza di incroci) sia differenze linguistiche (per mancanza di comunicazioni continue).

Il saluto del patriarca

L’autore della terza spinta globalizzatrice, genetica e linguistica, aveva dunque i connotati anatomici e comportamentali di una specie profondamente differente dalle precedenti. Era una specie esploratrice, ben organizzata, impegnata in un costante movimento di colonizzazione e di espansione in nuovi territori. Una specie prepotente, come ha scritto Luigi Luca Cavalli Sforza. Le tracce genetiche raccontano la storia di una colossale migrazione planetaria, durante la quale le forme precedenti di ominini presenti in Asia in qualche modo soccombono.

Ma le modalità della scomparsa di *Homo erectus* e di *Homo floresiensis* dal continente asiatico sono a tutt’oggi misteriose. Nel corredo genetico di *Homo*

sapiens non si trovano per ora tracce di mescolamento con le forme arcaiche presenti in Asia da più di un milione di anni. Non abbiamo dati molecolari su *Homo floresiensis*. Forse gli *Homo sapiens* sono arrivati quando gli ultimi *Homo erectus* era già estinti, oppure hanno sostituito interamente le popolazioni autoctone, senza incrociarsi e mischiarsi con esse. Calcolando che *Homo floresiensis* si è estinto intorno a 50mila anni fa sulla sua isoletta e che *Homo sapiens* quindici millenni prima era già in Australia (passando lungo il corridoio di isole della Sonda che include Flores, oppure più a nord tramite Sulawesi e Nuova Guinea), è alquanto probabile che i cacciatori *sapiens* abbiano incontrato gli hobbit di Flores (i quali poco dopo, non a caso, scompaiono)

Non è necessario immaginare scenari sanguinosi. Quando due popolazioni condividono lo stesso territorio e hanno elaborato sistemi di sostentamento analoghi, è sufficiente un piccolo svantaggio nella competizione per le risorse perché vi sia l'estinzione di una specie a scapito dell'altra. È un fenomeno di competizione demografica che non avviene immediatamente, come invece sarebbe il caso di una guerra di sterminio, ma che non richiede molto tempo. È stato calcolato che un divario dell'1% nel reperimento delle risorse crea uno scompenso demografico progressivo che può portare una specie a soccombere in alcune decine di migliaia di anni. Questa potrebbe essere stata la sorte, inesorabile ma non cruenta, di *Homo erectus* e *Homo floresiensis*: la

sconfitta demografica a causa dell'arrivo di una specie meglio equipaggiata.

Homo erectus, una specie antichissima nata in Africa un milione e mezzo di anni prima, popolava ancora l'Asia orientale fra 80 e 100 millenni fa e quindi ha incontrato o sfiorato il passaggio di *Homo sapiens*, un ritrovato giovanissimo dell'evoluzione umana da poco fuoriuscito dall'Africa e giunto in Oriente costeggiando l'oceano Indiano. Come *Homo ergaster* aveva convissuto con i parantropi un milione di anni prima, dimostrando la possibilità che due forme così diverse, due “modelli” di sopravvivenza tanto eterogenei potessero camminare insieme per molto tempo nello stesso territorio, così *Homo erectus*, la specie di gran lunga più stabile di tutto il cespuglio ominino, ha vissuto tanto a lungo da poter sperimentare forse la convivenza con una specie la cui anatomia era la stessa dell'uomo attuale. Il segreto della convivenza stava forse nella divisione del territorio con i *sapiens* accampati lungo le coste e gli *erectus* e gli hobbit di Flores nelle regioni interne.

Dunque il carattere “cespuglioso” (“bushy”, come lo definiva Stephen J. Gould) dell'evoluzione umana non riguarda soltanto le prime tappe della diversificazione ominina, ma anche le fasi successive alla comparsa della nostra specie. Quando nacque in Africa *Homo sapiens*, la Terra pullulava di altre forme umane, con le quali siamo entrati in contatto: una straordinaria e inattesa storia di diversità. Detto in altri termini, né l'evoluzione

umana né la planetarizzazione sono stati processi condotti da una sola specie per volta. Se un ignaro extraterrestre fosse caduto sulla Terra 80.000 anni fa vi avrebbe trovato cinque forme ominine contemporanee, diffuse in tutto il Vecchio Mondo: *Homo neanderthalensis* in Europa; i Denisovani in Asia centrale; *Homo erectus* a Giava; *Homo floresiensis* a Flores; e *Homo sapiens* che incontra le altre quattro nel corso della sua inarrestabile espansione verso i più reconditi anfratti del mondo abitabile.

La tendenza a estrapolare dalla situazione attuale (la nostra solitudine di umani sulla Terra) una legge generale dell'evoluzione (il principio della "singola specie" per volta) ha impedito di leggere correttamente i segnali che la paleoantropologia stava lanciando agli scienziati. Ciò che noi oggi chiamiamo "umanità" è sempre stata rappresentata, in passato, da una molteplicità di specie conviventi. Il mondo attuale, globalizzato per la prima volta da una sola specie, è una peculiarità della storia, un'eccezione, non una conclusione inevitabile.

In Europa come in Asia, *Homo sapiens* mostra di possedere una maggiore efficienza nel reperimento delle risorse e nell'organizzazione sociale. Sicuramente a partire dall'ultima ondata di 60mila anni fa, porta con sé i primi segnali di un'intelligenza simbolica, astratta, estetica. Il suo impatto sugli equilibri ecosistemici è pesante. Ora il Vecchio Mondo è diventato troppo piccolo per tutte queste specie umane. Dinanzi alla

nostra ambivalenza di specie creativa e distruttiva al contempo, i cugini *Homo* europei e asiatici sono in difficoltà, arretrano, resistono per millenni in alcune enclaves, alla fine si arrendono e inconsapevolmente si spengono. La convivenza dura fino a meno di 40.000 anni fa. Nel frattempo i *sapiens* completano la planetarizzazione penetrando in Australia e nelle Americhe.

Ogni essere umano sulla Terra, a qualsiasi etnia e popolo appartenga, discende da questo manipolo di esploratori fuoriusciti dall'Africa in tempi recenti, che obbligarono all'estinzione tutte le specie umane locali che assomigliavano un po' a loro, ma che non erano esattamente come loro. La solitudine planetaria della nostra specie è un evento contingente e recentissimo. Come sostengono molti paleoantropologi, se gli eventi ecologici e genetici fossero stati leggermente diversi, adesso il mondo sarebbe ancora abitato da una molteplicità di specie umane.

Tutti al funerale delle razze umane

L'origine recente e contingente della specie umana libera il campo anche da una serie di fraintendimenti e di ambiguità riguardanti il concetto di "razza umana". Il modello "a candelabro", che ispirò l'ipotesi dell'evoluzione multiregionale, nascondeva un'insidia che Weidenreich si era inutilmente premurato di disinnescare nel 1949: l'origine antichissima delle varietà geografiche moderne (risalenti a più di un

milione di anni fa) non doveva implicare che le diverse popolazioni geografiche fossero “razze” né tanto meno “specie” separate. Si ipotizzava, certo, un’origine molto antica delle varie popolazioni umane, ma questo presupponeva che le varietà regionali, pur sviluppatesi autonomamente, avessero in qualche modo conservato, come abbiamo detto, un intenso scambio genetico fra loro, cioè un flusso genico sufficiente per omogeneizzare il corredo genetico di tutta l’umanità. Ma le modalità di formazione di questa ipotetica rete genetica globale rimasero sempre misteriose.

L’ipotesi ad hoc apparve fin dagli inizi molto debole. Come era possibile che i *sapiens* si mescolassero gradualmente e uniformemente dopo essersi stabiliti in un areale che spaziava dal Sudafrica alla Siberia, dall’Europa all’Indonesia? Come poteva resistere un unico lignaggio genetico, per un milione e mezzo di anni, in una specie con un areale così diversificato e geograficamente disperso? Era necessario rifiutare alla base i presupposti fondamentali della teoria della speciazione e della deriva genetica.

Lo scrupolo di Weidenreich non fu sufficiente, se è vero che nel 1962 l’antropologo dell’Università della Pennsylvania Carleton Coon sottolineò a tal punto la diversità biologica delle linee evolutive parallele da ipotizzare che l’origine dell’uomo moderno non fosse stata simultanea nelle diverse varietà geografiche. In quest’ottica non soltanto le “razze” umane avrebbero avuto un’origine antichissima, tale da renderle

addirittura “sub-specie” geneticamente distinte, ma alcune di esse avrebbero raggiunto prima di altre la maturità: come nella fattoria degli animali di Orwell, qualcuno era più uguale degli altri. Inutile ricordare che i primi della classe dovevano essere necessariamente gli europei di pelle bianca, gli ultimi grandi colonizzatori del pianeta ostinatamente alla ricerca di giustificazioni biologiche della propria eccellenza culturale e militare.

Distinguendo le razze avanzate da quelle “in ritardo” nella corsa verso la modernità, si voleva ancora una volta giustificare antropologicamente la pretesa “superiorità” di alcune razze su altre: una versione degenerata della grande ideologia del progresso che ha dominato gli studi paleoantropologici separando le razze bambine dalle razze adulte e dominanti. Negando le evidenze fossili che testimoniavano da un secolo la priorità temporale dei reperti africani, Coon sostenne che la “sub-specie” degli africani aveva avuto un minore sviluppo evolutivo: l’Africa era stato il nostro giardino di infanzia, ma poi la maturità ce la conquistammo in Europa e Asia.

La ricerca mondiale sulla diversità umana ha avuto il merito incalcolabile di scardinare scientificamente e sistematicamente ogni pretesa legittimazione biologica di teorie e ipotesi razziste di questo tipo, misurando da un lato l’esigua differenza genetica che esiste fra *Homo sapiens* e le specie più vicine come gli scimpanzé e, dall’altro, la differenza pressoché nulla fra i corredi genetici dei popoli superficialmente più diversi (mai

superiore, in media, al 2 per mille delle basi nucleotidiche). Per buona pace di Coon e dei razzisti di tutto il mondo, siamo una specie terribilmente giovane e i 100mila anni di separazione genetica fra le popolazioni umane non sono sufficienti per scavare il solco biologico che può esistere fra razze diverse. Semplicemente, non c'è stato il tempo sufficiente per formare razze, poiché la planetarizzazione di *Homo sapiens* è un evento assai recente su scala evolutiva. Non è necessario ipotizzare flussi genici per coprire l'onta razzista della teoria, perché il tempo di separazione evolutiva fra un europeo e un aborigeno australiano è così piccolo da non giustificare la benché minima distinzione razziale.

Le discriminazioni biologiche fra popoli “primitivi” e popoli “evoluti” sono destituite di qualsiasi fondamento, al punto che, come già aveva sostenuto nei primi anni Ottanta il genetista Richard Lewontin, l'eterogeneità genetica maggiore (85%) si misura fra due individui di uno stesso condominio piuttosto che fra due individui appartenenti a diversi continenti (15%). Le “razze umane” sono dunque un'invenzione tassonomica priva di qualsiasi fondamento biologico: possiamo festeggiare allegramente il loro funerale e conservare i libri che le hanno teorizzate a indelebile memoria di uno dei più grandi abbagli della storia della scienza.

Ovviamente eliminare le razze umane non elimina il razzismo (vizio ben radicato nel nostro cervello), ma elimina se non altro gli argomenti biologici a favore del razzismo (che riempiono una biblioteca intera).

Dall'atlante della variabilità genetica della specie umana sta emergendo una nuova cifra interpretativa per l'intera evoluzione umana sulla Terra, un'evoluzione contraddistinta dalla metafora dell'unità nella molteplicità: la diaspora dei popoli sulla Terra rivela infatti un'unità genetica e antropologica profonda pur nella notevole diversità delle culture e delle morfologie umane. Le differenze fra le popolazioni umane, in piccola parte di origine biologica (i pochi geni che regolano il colore della pelle e alcuni tratti anatomici adattati al clima) e in gran parte di origine culturale e comportamentale, sono il frutto di storie diverse e contingenti: non sono il risultato né di abilità innate né di "potenziali" evolutivi iscritti in una razza anziché in un'altra. L'identità e la diversità umane sono, contemporaneamente, i figli prediletti della storia, e di niente altro che della storia.

Alla divergenza provocata dalla deriva genetica si sovrappone poi quella determinata dalla selezione naturale, con pressioni selettive differenti per ambienti differenti: quindi ad appariscenti differenze antropometriche favorite dall'ambiente (il colore della pelle e degli occhi, l'altezza, la carnagione, la forma del viso, la corporatura, e così via) corrisponde una stretta vicinanza genetica. Le caratteristiche antropometriche sono infatti prodotte da pochissime mutazioni genetiche periferiche. Ogni popolazione è dunque un ologramma genetico dell'umanità, perché reca con sé gran parte della ricchezza genetica di tutta la specie.

In altri termini, come avevano già intuito Julian Huxley e Alfred Haddon nel 1935 sulla scorta di dati genetici comparativi molto più rudimentali, l'albero genealogico fondato sull'aspetto esterno del corpo è del tutto fuorviante rispetto a quello fondato sulle distanze genetiche. Le caratteristiche antropometriche e quelle genetiche sono disaccoppiate. I caratteri di solito assegnati alla differenziazione razziale sono elementi epifenomenici e superficiali dell'albero evolutivo planetario, dovuti a provvisori adattamenti locali e al clima delle varie regioni del mondo (soprattutto insolazione, umidità e temperatura), mentre le variazioni genetiche neutrali misurate dall'orologio molecolare rappresentano fedelmente il mosaico intricato delle ramificazioni, delle colonizzazioni, delle migrazioni e delle ibridazioni che hanno caratterizzato storicamente la planetarizzazione umana.

La contingenza dell'uguaglianza e della disuguaglianza

L'uguaglianza umana è certamente un dato di fatto, ma è un dato di fatto derivante dalla contingenza storica. *Homo sapiens* avrebbe potuto differenziarsi per speciazione e dividersi su altri binari evolutivi. Invece si è rapidamente "globalizzato" impedendo il formarsi di popolazioni isolate in grado di dare origine a nuove specie. Colonizzando la Terra, ha portato a termine molto rapidamente la globalizzazione del suo codice genetico. La nicchia ecologica di *Homo sapiens* è diventata il pianeta intero e le popolazioni umane si sono

differenziate soltanto per pochi caratteri superficiali, conservando la loro profonda unità genetica. Gli stili di vita “perduti” o sopravvissuti non sono né più semplici né meno adatti di quelli attuali. Le lingue arcaiche, alla base dell’albero evolutivo, non sono necessariamente più elementari di quelle ramificatesi successivamente. Le popolazioni più vicine all’“origine” (come i khoi-san) non sono per questo meno “progredite” biologicamente di quelle a essa lontane.

L’Europa, come ogni altra regione del mondo caratterizzata da antichi insediamenti di *sapiens*, da ripetuti processi migratori e da fluttuazioni della popolazione fra epoche glaciali e interglaciali, è oggi la risultante complessa di un mosaico etnico e genetico che in gran parte affonda le radici in un passato oscuro e movimentato. Questo vecchio e glorioso continente europeo ha perso molti dei primati che i suoi scienziati gli avevano attribuito. Non è stata la culla dell’umanità, né all’inizio né alla fine. Né è nato qui *Homo sapiens* l’africano. Forse non si sono sviluppate qui nemmeno la rivoluzione paleolitica e la rivoluzione neolitica. Eppure è indubbio che la planetarizzazione moderna sia tutta sotto il segno dell’Europa. I confini estesi delle sue lingue e delle sue etnie si allungano in ogni angolo del globo, in un predominio rimasto finora senza rivali.

Tuttavia, le stesse radici evolutive di questo dominio sono il frutto di una lunga sequenza di eventi storici, geografici e climatici estremamente contingenti. Come ha mostrato con grande efficacia il fisiologo e naturalista

Jared Diamond nelle sue opere, chiedendosi quali siano le ragioni profonde della disuguaglianza fra i popoli, la supremazia europea nasce dalle particolari caratteristiche che la coevoluzione fra le diverse popolazioni di *sapiens* e le loro nicchie ecologiche hanno assunto nel corso degli ultimi 13.000 anni. Non la si può comprendere a fondo, nelle ragioni della sua esistenza attuale e forse della sua provvisorietà, senza considerare la storia profonda del clima, la storia profonda delle ecologie del pianeta, la storia profonda degli habitat regionali che i *sapiens* hanno trasformato adattandovisi.

Se le ragioni ultime della supremazia europea sono di natura ecologica, allora non soltanto l'uguaglianza genetica di tutti i popoli della Terra ma anche le loro profonde disuguaglianze sociali ed economiche attuali sono un dato di fatto contingente della storia. Non stava scritto da nessuna parte che le cose dovessero andare in questo modo. Siamo uguali per motivi contingenti (cioè l'origine recente e la diversificazione planetaria di *Homo sapiens*), così come siamo diversi per motivi contingenti (a causa delle disparità presenti nelle traiettorie storiche delle popolazioni umane immerse in habitat diversi). Le giustificazioni della disuguaglianza sulla base di "essenze" biologiche o cognitive, in tutto il loro armamentario di ricostruzioni storiche ad hoc, non reggono alla prova del tempo profondo.

Le concezioni essenzialistiche della diversità hanno sempre riscosso grande successo fra i dominatori intenzionati a glorificare la propria esistenza come

coronamento di una regolare lotta per la sopravvivenza fra civiltà e fra razze umane. Ma le basi del loro ragionamento sono crollate una a una. La genetica della nostra giovane specie non offre più alcun appiglio per la discriminazione. Abbiamo fortunatamente abbandonato anche le più stravaganti argomentazioni climatologiche, secondo le quali i popoli del sud sarebbero stati indotti alla pigrizia e all'indolenza dai climi caldi e umidi. Se il "progresso" è nordico non si capisce bene perché le più grandi innovazioni dell'umanità (dall'agricoltura alla metallurgia, dalla ruota alla scrittura) siano sorte proprio nelle fasce tropicali. Anche i test per la misurazione di quella strana cosa indefinita che qualcuno chiama "intelligenza" hanno fallito nel classificare i popoli della Terra sulla base dei loro differenti "quozienti". Un aborigeno della Nuova Guinea può imparare facilmente a mandare un messaggio di posta elettronica, mentre i migliori esemplari di *sapiens* europeo morirebbero nel giro di poche ore se abbandonati nella foresta guineana: chi è più "intelligente"?

È altrove che bisogna guardare per spiegare la diversità. Nella storia, solo nella storia, ma non nella storia che giustifica il presente ricostruendo il passato. La disuguaglianza non ha ragioni innate: è il frutto di una lunghissima sequenza di eventi storici sui quali hanno inciso molteplici fattori di natura ambientale e che in molte occasioni sono stati influenzati da biforcazioni contingenti. Le cause prossime che hanno fatto sì che gli europei andassero alla conquista delle Americhe e non

fossero invece gli inca di Atahualpa a sbarcare sulle coste del Portogallo sono state le armi d'acciaio, l'utilizzo del cavallo, la tecnologia navale e militare, l'organizzazione sociale mediata dalla scrittura, e non ultimi i microbi. Ma tali discriminanti dipendono a loro volta da cause più profonde, come il tipo di stratificazione sociale, la densità delle popolazioni, l'addomesticamento delle specie animali e vegetali. Queste a loro volta dipendono da "cause remote" che rimandano alle singolari modalità di coevoluzione fra le popolazioni e gli habitat nelle diverse regioni, e in ultima analisi sono condizionate addirittura dalla disposizione longitudinale dei continenti. Atahualpa era nel continente sbagliato al momento sbagliato.

Se questa analisi così ampia e interdisciplinare fosse corretta, vorrebbe dire che la fortuna dell'Eurasia non è inscritta in nessun destino di superiorità intrinseca ma è figlia della deriva dei continenti, proprio come lo sono le prime forme ominine alla base del nostro cespuglio. La disposizione longitudinale del continente eurasiatico da ovest a est ha facilitato la diffusione delle specie animali e vegetali, la loro domesticazione e lo scambio di tecnologie fra le varie culture. Lo stesso fenomeno non si è verificato nei continenti disposti latitudinalmente, come l'Africa e le Americhe, dove le accentuate variazioni di clima e di vegetazione hanno impedito tale diffusione frapponendosi come autentiche barriere ecologiche.

Inoltre, la lunga convivenza fra gli agricoltori eurasiatici e i grossi mammiferi addomesticati ha permesso loro di sviluppare le difese immunitarie necessarie per respingere i più aggressivi virus che colpiscono *Homo sapiens* e che derivano proprio dalla vicinanza con i grandi mammiferi e con i primati. Gli amerindi e gli aborigeni australiani non avevano questa confidenza e morirono a milioni per colpa del vaiolo e del morbillo, mentre tutto sommato i loro patogeni, come quello della sifilide, furono tollerati e assorbiti dagli eurasiatici.

Il messaggio derivante da questa nuova ricostruzione della storia naturale dell'umanità è duplice. La nascita africana recente di *Homo sapiens*, conseguenza di una speciazione allopatrica in un contesto di instabilità ecologica, svuota di contenuto il concetto di razza umana e mostra come l'uguaglianza biologica e genetica di tutti i popoli della Terra sia un evento contingente e irreversibile. Dentro questa matrice evolutiva comune, l'uomo anatomicamente moderno ha sviluppato un tessuto di diversità etniche e culturali che deriva da una storia intricata di derive, migrazioni, colonizzazioni e ibridazioni anch'esse immerse in un crogiolo ecologico instabile e contingente. Tali diversità si sommano all'infinita gamma delle differenze individuali presenti all'interno di ogni gruppo umano, anch'esse figlie della contingenza dei processi di sviluppo e carburante indispensabile, come intuì Charles Darwin, per qualsiasi cambiamento evolutivo. Dunque, sia l'uguaglianza

umana sia le disuguaglianze e le differenze umane sono fatti contingenti della storia.

La matrice evolutiva dell'uguaglianza umana ci permette di apprezzarne l'unicità e l'incommensurabile valore etico che ne deriva: su di essa potremo sempre fondare la difesa dei diritti fondamentali di libertà e di dignità che spettano a ogni essere umano in quanto appartenente alla stessa specie, diritti oggi dolorosamente negati e calpestati in molte regioni del pianeta. Inoltre, è solo grazie a questa inusuale e preziosa unità di specie che possiamo cogliere appieno la ricchezza delle sue affascinanti diversità culturali ed etniche.

La matrice evolutiva della disuguaglianza umana ci permette, altresì, di concepire il carattere storico e contingente dell'attuale processo di globalizzazione economica e culturale. Letta attraverso le sue radici ecologiche e biologiche profonde, l'attuale globalizzazione è soltanto uno dei molti sentieri possibili, non l'esito di una legge necessaria di progresso storico. A dispetto di quanto si legge e si scrive ovunque (nei paesi occidentali), questa globalizzazione non è un evento ineluttabile, ma una costruzione sociale, ideologica ed economica pianificata. Come tale essa può essere modificata dall'interno o stravolta da cause esterne. La nostra "specie catastrofica", dopo 100.000 anni di planetarizzazione, ha scelto una forma di globalizzazione che aumenta sì la ricchezza ma sfrutta sconsideratamente le risorse ambientali, altera le

dinamiche climatiche globali, limita progressivamente gli spazi di libertà e di democrazia, impoverisce la diversità biologica e culturale. L'evoluzione antica di *Homo sapiens* ci consegna un avvertimento: vi sono molte altre “globalizzazioni” possibili, e forse preferibili. “Non ci sono alternative” è la frase meno confacente all'evoluzione umana che si possa concepire.

In tal senso, la storia di come la specie *Homo sapiens*, dopo alcuni milioni di anni di ramificazioni nel cespuglio degli ominini e dopo alcune decine di migliaia di anni di ramificazioni nel cespuglio delle popolazioni umane disseminate sulla Terra, sia rimasta da sola, unico rappresentante del genere *Homo* sul pianeta, è molto istruttiva. L'attenzione ritorna in Eurasia. Dobbiamo infatti raccontare uno dei capitoli più intriganti della storia umana, da pochi anni riportato alla luce da archeologi e genetisti: la più stupefacente convivenza fra due forme alternative di “umanità”.

Capitolo ottavo

L'altra faccia dell'umanità: un enigma chiamato Neanderthal

La domanda ricorrente che ogni paleontologo, ogni archeologo e chiunque altro ha continuato a porsi dal momento in cui il primo cranio dall'aspetto umano è stato rinvenuto nella valle di Neander un secolo e mezzo fa è stata: perché io e non lui? Era più forte. Era intelligente come noi. Era probabilmente più numeroso: oltre un milione di individui, perlomeno. È vissuto attraverso gli orrori dell'era glaciale, in ogni parte dell'Europa e dell'Asia occidentale, per circa duecentomila anni, poi è scomparso. Cosa gli è accaduto? Qui sta il paradosso. Se l'uomo di Neanderthal era così intelligente, che cosa è successo? Perché noi siamo qui e lui è sparito? Per citare Jack Nicholson in *L'onore dei Prizzi*, "Se era così maledettamente in gamba, com'è che è così irrimediabilmente morto?".

John Darnton, 1996

Sulle nevi del Pamir una strana creatura pelosa lascia le sue impronte pesanti in fondo a una vallata. Alcuni cacciatori dicono di averlo incontrato, è possente, veloce, guardingo. Una serie di altri inspiegabili incidenti mette in allarme le autorità. Il più importante paleoantropologo di Harvard, nel frattempo, sparisce nel nulla al termine di un sopralluogo nelle stesse zone. Con il suo nome sul mittente, qualche mese dopo, viene recapitata una scatola all'Università del Wisconsin indirizzata a due allievi, Matt e Susan. Il pacco contiene

un reperto, un cranio appartenente alla specie ominina Homo neanderthalensis, estintasi circa 40.000 anni fa. Ma le datazioni non combaciano, il rilievo dice che quel cranio ha poco più di venticinque anni...

I due scienziati, un tempo amanti, ora rivali, partono insieme per il Pamir alla ricerca del sito originario dell'incredibile ritrovamento. Guidati dalle pagine misteriose del diario del loro maestro, ritrovato per caso o fatto ritrovare in una tappa del viaggio, i due si avventurano per l'Asia centrale e lentamente si avvicinano all'enigma. Salgono per giorni lungo una ripida vallata e ben presto si sentono osservati, sono sfiorati da strani odori, avvistano alcune orme, una loro guida scompare all'improvviso. Nel diario è scritto di cercare un passaggio, una via verso un altopiano nascosto, un collegamento con un altro mondo. La piccola spedizione trova un ponticello di liane sospeso su un burrone, lo attraversa e scopre una terra sconosciuta, ricoperta di neve e ricca di grotte ornate di pitture rupestri: alcune di queste raffigurano combattimenti fra due specie rivali... Poco oltre, con stupore misto a terrore, il manipolo di sapiens incontra "loro", gli "altri", i Neanderthaliani. Sulle prime il contatto non sarà dei migliori e qualcuno ci lascerà le penne, ma in compenso le sorprese sulla civiltà Neanderthaliana saranno fantastiche. Sopravvissuti ai primi ruvidi controlli, sarà proprio il loro maestro ad accoglierli nel villaggio...

Lo scrittore Robert Darnton, in una gradevole opera di fiction intitolata Neanderthal, immagina dunque che una popolazione di Neanderthal sia sopravvissuta fino a oggi in una sperduta vallata dell'Himalaya dal clima mite. In effetti, nella letteratura fantascientifica, non sono mancate le connessioni più fantasiose fra l'uomo di Neanderthal, il misterioso yeti himalayano e l'introverso "Bigfoot" nordamericano. Nel romanzo la scoperta più intrigante degli attoniti scopritori occidentali sarà che i Neanderthal, evolutisi separatamente per millenni in assenza del linguaggio articolato e della speculazione razionale, hanno sviluppato un'organizzazione sociale paritaria e pacifica fondata su raffinatissime capacità di comprensione empatica e di comunicazione telepatica. Essi hanno dato vita a un'organizzazione sociale alternativa a quella sapiens; sono vegetariani, agricoltori, non usano il fuoco per cucinare e concepiscono la violenza solo per difendere il loro eden nascosto. Il gruppo di Neanderthaliani soffre e gioisce come un unico corpo sociale, si comporta come un'intelligenza collettiva che emerge da una fittissima rete di partecipazione emotiva. Non esiste la menzogna, solo condivisione. L'uccisione di un proprio simile è un tabù, perché la morte di uno è avvertita da tutti all'unisono. Alcuni di essi riescono anche a "leggere" nella mente dei curiosi sapiens che sono venuti a trovarli, interpretando i loro sentimenti, prevedendo le loro mosse e in un caso, come in ogni buona fiction americana che si rispetti, conquistando furtivamente il

cuore della scienziata della spedizione.

L'intuizione letteraria di Darnton, fiutando un humus diffuso nella comunità dei paleoantropologi (un po' come Michael Crichton e Steven Spielberg fecero in Jurassic Park trasformando il "rinascimento" dei dinosauri, in atto nella paleontologia dei primi anni Novanta, in una fortunatissima fiction scientifica), è che forse l'uomo di Neanderthal non è stato un binario morto dell'evoluzione, ma un esperimento alternativo di umanità interrottosi per ragioni contingenti. Nell'universo delle possibilità evolutive, le cose potevano andare realmente in un modo diverso. Così, nella solitaria valle himalaiana, incombe ben presto una minaccia e forse l'umanità non saprà mai dell'esistenza di questa piccola popolazione sopravvissuta miracolosamente all'impeto della specie ambivalente, Homo sapiens...

Uno scomodo alter ego

Mentre *Homo sapiens* completava la grande tessitura di migrazioni e di colonizzazioni che lo porterà a essere la prima specie "globale" nella famiglia umana, in Eurasia le forme più antiche di *Homo* (Neanderthal e Denisovani) continuavano la loro esistenza.

Il dibattito sulla natura dell'uomo di Neanderthal, il primo antenato umano scoperto alla metà dell'Ottocento, rivela tutte le articolazioni, le difficoltà e le ambiguità della nuova immagine dell'evoluzione umana. La collocazione di questo ominino eccezionale nel disegno

progressionista della storia naturale umana fu ardua fin dai primi ritrovamenti. Attorno alla sua presunta intelligenza e alle sue misteriose abitudini si scontrarono generazioni di paleoantropologi, mettendo a nudo tutte le paure e i pregiudizi della nostra specie di fronte a questo suo alter ego evolutivo. La comparsa di una specie del genere *Homo* dal cervello più grande, mediamente, di quello di *Homo sapiens* e dalla corporatura più robusta, e tuttavia oggi estinto, impressionò già nella seconda metà dell'Ottocento evolucionisti come Thomas Henry Huxley, che finì per interpretare i Neanderthaliani come forme umane primitive vissute in tempi storici.

La fortuna dei Neanderthaliani sul palcoscenico delle ricerche paleoantropologiche fu caratterizzata da molti alti e bassi. Nel 1864 il geologo irlandese William King propose che tutti i reperti simili a quello della valle del Neander (ne erano stati trovati diversi nella prima metà dell'Ottocento, a Gibilterra e in Belgio, ma non erano stati interpretati come fossili di specie antenate dell'uomo) fossero ascritti a una specie diversa da *Homo sapiens*, chiamata *Homo neanderthalensis*. Intorno al 1900, l'anatomista Gustav Schwalbe, nel contesto della sua teoria dell'"evoluzione monofiletica" lineare di tutte le forme pre-umane, inserì l'uomo di Neanderthal in una posizione intermedia nella progressione di forme ominidi che aveva condotto dal *Pithecanthropus* (scoperto pochi anni prima da Dubois a Giava) fino all'uomo moderno. I Neanderthaliani entrarono così a

pieno titolo nella dinastia del genere *Homo* in qualità di anello mancante, ma il privilegio durò solo pochi anni.

Sul piatto della bilancia vi erano dunque, da una parte, il modello monofiletico e progressivo dell'evoluzione proposto da Schwalbe, e poi da Ales Hrdlicka, che in qualche modo considerava Neanderthal una fase molto primitiva dell'umanità ma pur sempre un nostro antenato, dall'altra il rifiuto della comunità scientifica di considerare nostro parente stretto un simile essere "scimmiesco". Il contrasto fra il progressionismo teorico di Schwalbe e il progressionismo viscerale degli altri portò infatti a una conseguenza paradossale: per espellere l'uomo di Neanderthal dalla discendenza umana si concepì per la prima volta l'idea che l'evoluzione umana avesse avuto una ramificazione!

Lo studio dei nuovi scheletri, ottimamente conservati, rinvenuti in diversi siti europei (a La Chapelle-aux-Saints, a Galley Hill, a Ipswich) indusse infatti alcuni fra i maggiori antropologi del tempo, come Marcellin Boule e Henri Vallois, ad accentuare le caratteristiche primitive dell'anatomia Neanderthaliana, tanto da escludere una discendenza diretta dell'uomo moderno da essa. Boule ricostruì lo scheletro di La Chapelle-aux-Saints alterando volontariamente la disposizione delle ossa per farlo assomigliare il più possibile a quello di una scimmia (la paleontologia non è una scienza perfetta... l'avevamo detto). L'uomo di Neanderthal venne inteso come un ramo collaterale e marginale, poi estintosi, dell'albero filogenetico umano: un vicolo cieco

dell'evoluzione, un esperimento sfociato in brutali e stupidi “uomini delle caverne” che non potevano avere nulla a che fare con la nostra nobile stirpe incamminata sulla via maestra del progresso. Su Neanderthal cadde l'infamante stereotipo dell'uomo “primitivo”, un equivoco che si trascinerà per decenni nell'immaginario collettivo.

La scoperta di un volume cerebrale uguale, se non maggiore, a quello moderno rappresentò un pericolo per questa interpretazione e obbligò neurologi eminenti come Elliot Smith a formulare elaborate teorie che giustificassero l'inferiorità cognitiva e l'inadeguatezza adattativa che dovevano aver portato inevitabilmente i Neanderthaliani all'estinzione. Si ipotizzò che, a parità di volume complessivo, la struttura cerebrale Neanderthaliana fosse priva delle articolazioni e della complessità di quella dell'uomo moderno, la quale doveva aver avuto origine in un tempo molto più remoto e in continuità con forme più antiche.

La contemporanea scoperta del cosiddetto “Uomo di Piltdown” nel 1912, poi rivelatasi come si è detto una clamorosa truffa, andò temporaneamente a colmare il vuoto lasciato dall'uomo di Neanderthal nella discendenza diretta dell'uomo moderno. La “teoria del *pre-sapiens*” si contrappose così, nei primi vent'anni del Novecento, alla teoria dell'origine monofiletica: in tempi molto antichi una divisione della linea evolutiva umana avrebbe condotto da una parte all'uomo moderno (per via di un'espansione del cervello seguita dagli altri

cambiamenti anatomici, come pareva attestato dall'unione, poi rivelatasi artefatta, di un cranio moderno e di una mandibola di orango nel ritrovamento di Piltdown) e dall'altra al vicolo cieco di un ominide arcaico poi estintosi, l'uomo di Neanderthal appunto.

Questa interpretazione, sostenuta anche da Louis Leakey fino agli anni Settanta, dominò la scena per alcuni decenni, convivendo dagli anni Quaranta con una versione più sofisticata dell'ipotesi monofiletica. Un allievo di Schwalbe, l'anatomista tedesco Franz Weidenreich, avanzò l'idea, come si è visto, che linee evolutive parallele avessero determinato il passaggio graduale, in diverse parti del mondo, da varietà geografiche di ominidi arcaici a varietà geografiche di *Homo sapiens*. Secondo questo modello l'uomo di Neanderthal non era una deriva evolutiva sfortunata ma uno dei passaggi, quello europeo all'interno di cinque linee evolutive regionali, fra il pitecantropo e l'uomo moderno.

Una serie di sviluppi sperimentali diversi (fra cui la prova definitiva della truffa di Piltdown nel 1953 e la riconsiderazione dello scheletro Neanderthaliano di La Chapelle) portò verso la fine degli anni Cinquanta alla rinascita delle teorie monofiletiche e all'abbandono della teoria del *pre-sapiens*. Un'analisi comparata delle diverse popolazioni Neanderthaliane condusse alcuni antropologi all'ipotesi che i Neanderthaliani orientali (rinvenuti in Europa orientale e nel Vicino Oriente), le cui caratteristiche anatomiche sembravano più primitive

di quelle dei Neanderthaliani rinvenuti in Europa occidentale, fossero gli antenati sia di questi ultimi sia dell'uomo moderno. La "teoria del pre-Neanderthaliano", avanzata dall'antropologo italiano Sergio Sergi negli anni Sessanta, riclassificò dunque tutte le forme arcaiche di *Homo sapiens* come forme ancestrali di Neanderthaliani.

Lo scheletro di La Chapelle fu riesaminato dagli anatomisti William Straus e A. J. E. Cave. Essi vi scoprirono nel 1956 una forma di artrosi alla colonna vertebrale che poteva spiegare alcune delle caratteristiche "scimmiesche" attribuite originariamente da Boule. La nuova immagine dell'anatomia Neanderthaliana che ne derivò fu sorprendentemente "moderna", al punto che Straus e Cave dimostrarono con un fotomontaggio la possibilità che un uomo di Neanderthal, lavato a dovere, sbarbato, pettinato e vestito di tutto punto con giacca e cravatta, potesse anche passare inosservato nella metropolitana di New York (dove peraltro l'abitudine alla diversità umana è ben radicata!).

La riscossa dell'uomo delle caverne

Le ricerche di Straus e Cave aprirono un intero capitolo di nuove indagini sui Neanderthaliani, sempre più "riabilitati" per le caratteristiche anatomiche e comportamentali evidentemente moderne. Dagli studi di Loring Brace nel 1964 sull'anatomia corporea a quelli di Ralph Holloway nel 1984 sul cervello, si delineò un

nuovo rovesciamento dell'immagine evolutiva dei Neanderthaliani: non più un ramoscello sfortunato dell'evoluzione umana, ma forme moderne immediatamente antenate di *Homo sapiens*. Brace riportò dunque in auge la teoria monofiletica continuista nella seconda metà degli anni Sessanta formulando, insieme al collega Milford Wolpoff, l'“ipotesi della singola specie”: dall'australopiteco a *Homo sapiens* l'evoluzione umana procederebbe per successione graduale di forme, fino allo stadio Neanderthaliano e all'emergenza da esso (per via di una trasformazione non anatomica, ma culturale e tecnologica) della forma moderna. Secondo Brace, *sapiens* e Neanderthal sarebbero state quindi due varianti della stessa specie, definite *Homo sapiens neanderthalensis* e *Homo sapiens sapiens*.

Secondo questa visione progressionista, le divergenze di forme anatomiche rinvenute in ominidi vissuti nello stesso periodo erano giustificabili dalla presenza di varietà geografiche intraspecifiche, e questo per tutto l'arco dell'evoluzione umana. Tuttavia, come abbiamo visto, la scoperta della convivenza di esemplari di *Homo erectus* e di *Paranthropus boisei*, in un sito scoperto nella regione del lago Turkana alla metà degli anni Settanta, smentì apertamente l'ipotesi della singola specie quanto meno per il periodo più antico dell'evoluzione umana: intorno ai due milioni di anni fa coabitavano in Africa specie assai diverse di ominini. Da

quel momento in poi si scoprirono convivenze di ogni tipo.

Il paleontologo Christopher Stringer, a cui va il merito di avere introdotto nelle ricerche paleoantropologiche l'utilizzo sistematico di tecniche statistiche e cladistiche, sottolineò dal canto suo che, da un lato, la distanza anatomica fra l'uomo di Neanderthal e gli uomini moderni del Paleolitico è così grande da rendere molto improbabile una successione graduale dai Neanderthaliani ai *sapiens* e che, dall'altro, l'esistenza di forme umane moderne molto antiche è difficile da provare.

Da queste ricerche emersero due dati di estrema importanza: il primo è che non vi è continuità fra le forme umane arcaiche vissute in Europa e in Medio Oriente e quelle moderne che vi si insediarono successivamente, poiché si tratta di specie con origini (temporali e geografiche) indipendenti; il secondo è che la convivenza fra *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis* è un dato di fatto documentato in Europa, nel Vicino Oriente e nella regione siberiana meridionale dei Monti Altai.

Oggi gli scienziati hanno confermato l'origine europea di Neanderthal, del tutto indipendente dall'origine africana di *Homo sapiens*. Ciò significa che eravamo due specie cugine, nate da una stessa tipologia di progenitore (*Homo heidelbergensis*) ma in tempi e in luoghi diversi. *Homo neanderthalensis* scaturisce gradualmente, intorno ai 300-280mila anni fa, da *H. heidelbergensis* europeo.

Manifesta fin da subito una particolare abilità adattativa unita a una capacità cranica eccezionale. In poche decine di migliaia di anni occupa tutta l'Europa e si espande nel Medio Oriente, diventando una forma di *Homo* molto ben adattata, robusta, stabile e socialmente evoluta. La sua anatomia un po' tozza e il cranio proteso in orizzontale sono caratteristiche uniche, che difficilmente possono essere confuse con altre. È una specie singolare, distintiva, un esperimento evolutivo ben riuscito ma alternativo a *Homo sapiens*. Non era un anello mancante e non era un nostro antenato.

Un altro modo di essere umani

I tratti dell'uomo di Neanderthal sono oggi riconosciuti in più di duecento scheletri, alcuni interamente conservati. È l'unica specie di *Homo* oltre a noi sulla quale si possano predisporre indagini "popolazionali" e statistiche, come ha fatto uno dei maggiori esperti di Neanderthal, Erik Trinkaus, studiandone l'alimentazione, i comportamenti e l'età media già negli anni Novanta. Si tratta della specie meglio rappresentata nella documentazione fossile e anche della più vicina alle caratteristiche che comunemente definiamo "umane".

Le dimensioni del cervello di Neanderthal sono paragonabili a quelle di *Homo sapiens*, anzi in molti casi il suo volume cranico supera quello della nostra specie. Sono stati studiati crani Neanderthaliani, come quello di Amud nel Vicino Oriente, con una capacità superiore a

1700 cc, un valore eccezionale anche per la nostra “intelligentissima” specie. Dunque, il record assoluto del volume endocranico nella storia degli ominini non appartiene a *Homo sapiens* ma a Neanderthal.

Certo, massa cerebrale non significa di per sé intelligenza: sarebbe più significativo conoscere la sua organizzazione interna, che però ha lasciato solo labili tracce. L’analisi del calco endocranico di alcuni Neanderthal ha rivelato che il modello di organizzazione della corteccia esterna era abbastanza simile al nostro e che i due emisferi erano separati. Tuttavia, la corteccia frontale risulta più piccola e schiacciata rispetto a *Homo sapiens*. In generale, il cranio di Neanderthal è molto allungato in orizzontale, in senso antero-posteriore, come un pallone da rugby, con la fronte sfuggente e una spiccata protuberanza occipitale. Da qui però a dire che avesse un’intelligenza più intuitiva e visuale, anziché razionale e astratta come la nostra, ne passa.

Il volto era grande, massiccio, con le arcate sopraorbitali molto accentuate, gli zigomi larghi e un’ampia cavità nasale. Lo scheletro era quello di un ominino assai robusto, mediamente più basso di statura rispetto a *Homo sapiens*, con una muscolatura forte negli arti inferiori e superiori, non priva di alcune bizzarre peculiarità anatomiche come il grande osso sopraorbitale, per il quale sono state formulate in passato le più ardite teorie adattazioniste (un parasole? Uno schermo contro i riflessi della neve? O forse un ammortizzatore per la masticazione potente?).

Le caratteristiche di robustezza, unite alle frequenti tracce di una vita ricca di difficoltà e di pericoli (l'età media non superava i quarant'anni, ma alcuni individui superarono i sessanta), hanno indotto gli scienziati a ritenere che Neanderthal sia vissuto in un ambiente ostile e si sia adattato a climi molto rigidi. In effetti, l'uomo di Neanderthal è sopravvissuto a lunghi periodi glaciali, fra i 200mila e i 150mila anni fa. Ma il suo lungo successo evolutivo in un'area estesa da Gibilterra ai Monti Altai indica piuttosto che questa forma del genere *Homo* è stata capace di adattarsi a climi e ad habitat molto diversi fra loro con grande duttilità, resistendo a periodi glaciali e interglaciali. Anche nel caso di Neanderthal, in altri termini, non si può facilmente individuare un "habitat tipico" della specie, perché l'instabilità climatica ed ecologica ha attraversato tutte le epoche dell'evoluzione umana, compresa l'età dei Neanderthal. Probabilmente non è esistito un unico stile di vita Neanderthaliano, ma una molteplicità di variazioni regionali in evoluzione dalla penisola iberica al Mar Caspio, con differenze anche fenotipiche (per esempio nel colore della pelle e dei capelli, più chiari a ovest, più scuri a est) che sono state riscontrate geneticamente.

A suo modo, dunque, anche *Homo neanderthalensis* è stata una specie poliedrica e ben adattata a nicchie ambientali diversificate, dai Pirenei ai monti Altai alla valle del Giordano. Praticava la caccia con una perizia non dissimile da quella del suo predecessore *H.*

heidelbergensis e con la stessa efficacia, agli inizi prediligendo opportunisticamente prede di medie dimensioni o malate. In seguito lo troviamo impegnato invece in battute di caccia di gruppo a mammut e rinoceronti lanosi, prede assai più grandi e pericolose che bisognava attaccare dalla distanza o far cadere in trappole. Probabilmente agli inizi possedeva la tecnologia acheuleana, ma intorno a 200mila anni fa nei suoi accampamenti fa ingresso (non sappiamo bene come) la tecnologia musteriana di preparazione delle lame di pietra adottata anche da *Homo sapiens*, suddivisa in alcune “culture” regionali diversificate, segno di un raffinato sviluppo cognitivo e di una discreta evoluzione interna alla specie.

Quasi tutto ciò che si può fare percolando una pietra, intorno a 200mila anni fa sia *Homo sapiens* sia Neanderthal l’avevano progettato, simultaneamente. Neanderthal raschiava le pelli (tenendole con i denti), proteggeva i piedi con calzari e preparava armi di legno affilandole con la pietra. In Europa in siti Neanderthaliani tardi (databili intorno a 70mila anni fa) si trovano ossa di grossi erbivori uccisi in età giovanile: la firma lasciata da un abile cacciatore disposto a correre qualche pericolo per sfamare la prole. La dentatura, peraltro, mostra i segni di una dieta onnivora, con forte apporto di carne ma ancora ricca di vegetali.

Gli accampamenti Neanderthaliani, ubicati spesso all’ingresso di grotte ma talvolta anche in spazi aperti (soprattutto in Medioriente), presentano i segni di ripari

costruiti con rami e pelli, nonché le tracce di focolari sempre accesi e disposti al centro. L'utilizzo di torce e di altre forme di illuminazione artificiale testimonia la loro piena padronanza del fuoco. Avevano adottato uno stile di vita nomade e spostavano frequentemente i loro accampamenti seguendo le mandrie di erbivori e le fluttuazioni stagionali. Secondo gli esperti che hanno esaminato i siti mediorientali di Neanderthal, non è da escludere che questa specie praticasse una forma di organizzazione economica in qualche modo simile a quella dei cacciatori-raccoglitori di età storica. In tal caso, è probabile che i Neanderthal fossero cacciatori-raccoglitori opportunisti e nomadi, divisi in clan poco numerosi: occupavano di volta in volta nuovi territori sfruttando le risorse disponibili. Nelle Prealpi orientali italiane questa specie mostra di avere una padronanza notevole del territorio, spostandosi stagionalmente tra ripari di roccia, fonti di cibo, di acqua e di pietre.

I Neanderthal assistevano i vecchi e i malati, mostrando un'attenzione veramente "umana" per i membri più deboli delle loro comunità. Curavano con perizia anche le ferite violente riportate durante la caccia. La mortalità infantile era alta (circa il 40%), ma una volta superata l'adolescenza le possibilità di sopravvivenza fino all'età matura (cioè 40-45 anni) erano buone. Le splendide sepolture Neanderthaliane di Shanidar, sui Monti Zagrei nel Kurdistan iracheno, risalenti a 80-60mila anni fa, rivelano una complessità sociale elevata e un ricco mondo interiore. I Neanderthal

assistevano i malati e i vecchi: le ossa dell'individuo maturo (tra 40 e 50 anni di età) trovate nella sepoltura Shanidar I presentano i segni di interventi di cura dopo lesioni, traumi e fratture. Potrebbero essere stati presenti anche i primi riti: coricato in posizione parzialmente fetale, il corpo del maschio adulto della sepoltura Shanidar IV era forse cosparso di fiori e di semi di diverse piante medicinali, di cui sono rimasti i pollini (anche se non è escluso che possano essersi infiltrati in un tempo successivo, magari trasportati lì da roditori).

Dinanzi a queste espressioni di sensibilità, è sempre più difficile sottovalutare le capacità mentali di questa forma umana, così vicina a noi e al contempo così unica, come lo è ogni specie. La presenza di una certa consapevolezza della morte e forse di rituali simbolici di seppellimento, riscontrabili anche nella complessa sepoltura rinvenuta a Kebara secondo i paleoantropologi Ralph Solecki (scopritore del cosiddetto "sciamano" di Shanidar) e Arlette Leroi-Gourhan, è un dato di grande interesse per comprendere l'elaboratezza delle esperienze, dei sentimenti e della coscienza dei Neanderthaliani.

Non è ancora chiaro se praticassero o meno una qualche forma di necrofagia o di cannibalismo, come originariamente dedotto dal ritrovamento, in una grotta sul Monte Circeo, di un cranio bucato circolarmente e circondato da una corona circolare di pietre (poi rivelatosi, più prosaicamente, il rimasuglio di un pasto di iene maculate). Nell'estate del 2016 l'analisi delle ossa

Neanderthaliane presenti nella grotta di Goyet in Belgio ha confermato l'esistenza di segni di scarnificazione e di riuso tipici di un comportamento cannibale. Prove analoghe sembrano emergere anche dai siti occupati da Neanderthal ad Atapuerca.

Sul senso estetico di Neanderthal negli ultimi anni si sono accumulate evidenze sempre più convincenti. Alcune conchiglie trattate e dipinte a uso decorativo dai Neanderthal risalgono a un periodo che va da 50 a 45mila anni fa e sono state trovate a Cueva de los Aviones e Cueva Anton, vicino a Cartagena. I monili, i ciondoli e l'uso di coloranti minerali sono un indizio della possibile emergenza di una sensibilità estetica e di un'intelligenza simbolica in questa nostra specie cugina.

Nel sito della Grotta di Fumane, sui Monti Lessini, sono state scoperte alcune penne di rapace e di altri uccelli usate 44mila anni fa dai Neanderthal con funzione di abbellimento, e dunque con valenze estetiche e simboliche. Grazie al perfetto stato di conservazione delle ossa, è stato possibile riconoscere sulla loro superficie tracce di tagli effettuati con strumenti in pietra, finalizzati probabilmente al recupero delle ali e delle penne remiganti più vistose di avvoltoi, falchi, gracchi alpini e colombacci.

Nel 2016 è stata annunciata la scoperta di strane strutture Neanderthaliane, composte da 400 stalagmiti e stalattiti spezzate, disposte a cerchi concentrici nel fondo della grotta francese di Bruniquel vicino a Tolosa (a 350 metri dall'imboccatura) e risalenti a 176mila anni fa.

Non si capisce perché si infilassero con le torce nel cuore buio e freddo di una montagna per erigere queste elaborate costruzioni.

In realtà, anche se le abitudini sociali dei Neanderthaliani hanno molto in comune con quelle di *Homo sapiens*, non rinveniamo in essi i segni di un'intelligenza simbolica elaborata e praticata in modo sistematico, la quale peraltro anche in *Homo sapiens* tarderà a manifestarsi. La presenza di ornamenti o di incisioni geometriche (una sola finora, a Gibilterra) risulta comunque sporadica nei siti Neanderthaliani. Usavano l'ocra e altri pigmenti per dipingersi la pelle (lo facevano i maschi, altro indizio di ritualità), mostrando un certo senso di sé, ma in generale l'attività artistica e simbolica non sembra occupare un posto centrale negli interessi di questa specie. Certo, è pur vero che gran parte della loro attività simbolica, immaginativa e artistica non avrebbe lasciato comunque traccia nella documentazione archeologica, ma non sarebbe corretto nemmeno esaltare eccessivamente le loro caratteristiche "umane" usando come pietra di paragone sempre e solo la nostra specie. Non erano dei "quasi-*sapiens*".

Neanderthal aveva ottime capacità di comunicazione (altrimenti non ci avrebbe lasciato tutti quei segni di una socialità complessa), ma non sappiamo in realtà come parlasse. Le indagini genetiche indicano che il gene FOXP2, che regola lo sviluppo embrionale di strutture neurali connesse fra l'altro al controllo motorio e all'articolazione del linguaggio, ha la stessa sequenza in

H. sapiens e in Neanderthal (e solo due mutazioni separano il gene umano da quello degli scimpanzé). Ma non basta un gene per parlare: conta anche la struttura complessiva. Secondo Philip Lieberman, in *Homo sapiens* si evolse il tratto vocale ad angolo retto: con l'allungamento della sezione verticale (laringe, corde vocali e faringe) che eguaglia in lunghezza la sezione orizzontale (dal palato alle labbra). È questa peculiare conformazione a rendere possibile l'ampia gamma di suoni e la modulazione di tutte le vocali e consonanti delle lingue moderne. In Neanderthal invece la necessità di proteggere la gola fece sì che il collo fosse troppo corto rispetto all'allungamento in orizzontale del cranio. Se fosse vera questa congettura, vorrebbe dire che Neanderthal parlava sì, ma in modo molto nasale e articolando meno vocali e consonanti.

Il loro universo evolutivo e cognitivo era certamente diverso da quello dei *sapiens* migranti africani, ma nulla lasciava supporre l'innata superiorità di una delle due forme sull'altra. Poi, intorno a 50-45mila anni fa, nell'imminenza di una nuova e intensa glaciazione, forse in concomitanza con l'ultima uscita dall'Africa di nostri simili, le cose cambiarono: sarà *Homo sapiens* a mutare profondamente le sue abitudini e la sua conoscenza del mondo, alterando per sempre la sua relazione con i cugini Neanderthaliani.

Una convivenza in bilico

Sessanta millenni fa, valle del Giordano. Da quel corridoio geografico tra Africa ed Asia, ricco di acqua e di risorse, erano transitate nei due milioni di anni precedenti tutte le espansioni umane. Il Levante era ed è da sempre un crocevia di umanità, terra di passaggi, di difficili convivenze, di scontri e meticciati. Poco più a ovest, parallele alla costa mediterranea si distendono le bibliche alture del Monte Carmelo. Qui, ben prima che vi abitasse il profeta Elia, si materializzò una scena paleolitica sorprendente: due specie umane distinte vennero a trovarsi in contatto diretto.

Da una parte, si muovevano guardinghi per quelle vallate i massicci e muscolosi Neanderthal provenienti dall'Europa, abili cacciatori-raccoglitori dal grosso cervello e dal largo naso, ben equipaggiati, nomadi esperti del loro territorio (poco più a nord si accampavano anche all'aperto), protetti da pellicce e calzari, ma anche abbelliti da pendagli di conchiglie, da collane di artigli d'aquila e sgargianti penne d'uccello tra i capelli. Dall'altra parte, facevano ripetute incursioni i più gracili e slanciati *Homo sapiens*, provenienti dall'Africa subsahariana, con la loro fronte alta, la pelle scura, ben organizzati in piccoli gruppi, veloci e invasivi. Erano gli antenati diretti di tutte le popolazioni umane attuali non africane. Le due specie si appostarono entrambe sulle pendici del Carmelo, in particolare nei pressi della grotta di Tabun, e iniziò una strana convivenza sempre in bilico tra curiosità e scontro.

Condividavano lo stesso territorio senza combattersi apertamente, ma in realtà tra loro era già cominciata una silenziosa competizione per le medesime risorse. Possiamo immaginare gli incontri occasionali durante le battute di caccia, lo stupore di trovarsi davanti gli esemplari di un'altra specie umana, gli appostamenti per studiarsi reciprocamente, le scaramucce per l'acqua e per assicurarsi i migliori siti di approvvigionamento della materia prima più preziosa, la pietra da lavorare. Non sappiamo se avessero sporadici contatti culturali, ovvero se si scambiassero o rubassero o copiassero i manufatti e le tradizioni, ma di sicuro avevano abitudini simili, le loro paleo-diete si assomigliavano (forse un po' più carnivoro il Neanderthal, ghiotto di carne di mammut), entrambe maneggiavano abilmente il fuoco e cuocevano il cibo. Inoltre adottavano la stessa sapiente tecnologia di scheggiatura della pietra a partire da un nucleo preparato prima. Nella Francia occidentale e nella Spagna settentrionale è possibile che si sia sviluppata per alcuni millenni, intorno a 40mila anni fa e oltre, una cultura di transizione ancora enigmatica, chiamata "cultura chatelperroniana", forse prodotta dalla stretta interazione fra antiche popolazioni Neanderthaliane e immigrati *sapiens*. La tecnologia litica presente in questi siti subisce infatti una brusca accelerazione allineandosi a quella dei *sapiens* coevi (vi si trovano lame di pietra in varie foggie, manufatti in osso e anche alcuni monili).

Sui contatti sessuali, invece, non abbiamo più dubbi. I loro maschi, con il corpo dipinto di ocre, si accoppiavano talvolta con le nostre femmine, e viceversa maschi di *Homo sapiens* con femmine Neanderthaliane. Da queste unioni miste nascevano cuccioli ibridi che a loro volta erano fertili e potevano avere una prole. Lo dimostra la presenza, nel Dna dei non africani odierni, di sequenze genetiche Neanderthaliane. Sono state introiettate nel nostro genoma proprio attraverso gli incontri ravvicinati di tipo preistorico consumatisi in siti levantini come Tabun e come Manot. Eravamo due specie umane differenti, ma così strettamente imparentate che ancora non si era creata una barriera genetica, cioè di non incrocio, tra noi e loro.

Ibridazioni simili si erano verificate probabilmente anche prima, in Siberia meridionale, e continueranno anche dopo, in Europa. Recentemente nella mandibola di un *Homo sapiens* vissuto intorno a 40mila anni fa nel sito rumeno di Pestera cu Oase è stata rinvenuta una tale quantità di Dna Neanderthaliano da far supporre che il suo possessore, uno dei primi immigrati della nostra specie arrivati in Europa, avesse avuto un antenato Neanderthal nelle generazioni di poco precedenti. In pratica, quel signore aveva un quadrisavolo Neanderthaliano in famiglia. Pur senza fonderci con loro, ci siamo insomma incrociati episodicamente con i Neanderthal (e anche con almeno un'altra specie umana, come vedremo tra poco).

Le scoperte scientifiche degli ultimi anni, tra fossili e molecole, confermano che da 120mila a 55mila anni fa l'Alta Galilea fu abitata da due specie umane cugine, che si alternarono negli stessi rifugi come Tabun, percorsero gli stessi sentieri e convivsero per lunghi periodi. Il loro stare insieme fu una storia complessa e in gran parte ancora misteriosa, una storia in equilibrio instabile tra competizione a bassa intensità e attrazione reciproca.

Anche grazie a storie come quella dell'antica convivenza mediorientale, la riabilitazione del nostro cugino umano più stretto, *Homo neanderthalensis*, è ormai completa. Non era il brutale cavernicolo armato di clava dipinto un secolo fa dai vignettisti, bensì un abile cacciatore con un'intensa vita sociale, dotato di un'efficiente tecnologia (compreso un ago con tanto di tacche, intagliato nell'osso, scoperto nel 2017 in Crimea), provvisto di senso estetico e di un universo simbolico proprio, cannibale in certe occasioni e sensibile verso i suoi defunti in altre.

Non era un "quasi umano", uno che ambiva a progredire come noi ma non ce l'ha fatta. Era un'esplorazione alternativa della condizione umana. Selezionava le piante per scopi terapeutici. Per organizzare una caccia di gruppo al rinoceronte lanoso senza farsi troppo male, doveva senz'altro saper parlare. A Gibilterra faceva incisioni sulla roccia. In Dordogna aveva inventato la carbonella. Tanto più apprezziamo la sua intelligenza e i suoi ingegnosi adattamenti, tanto più faticiamo a comprendere quindi perché, dopo 250mila

anni di onorata carriera evoluzionistica dalla penisola iberica alle steppe asiatiche, si sia infine estinto in circostanze oscure. L'ultima tribù di Neanderthal si spense sulle scogliere della rocca di Gibilterra, di fronte a quell'Africa da cui tutto era cominciato, dopo aver resistito qualche millennio ancora raccogliendo molluschi, cacciando capre, conigli e foche monache.

Questi dati ci dicono che fino a quaranta millenni fa sulla Terra viveva un'altra umanità, un altro modo di "essere umani" (come abbiamo visto in Eurasia ce n'erano almeno altri due, cioè l'uomo di Denisova e il piccolo uomo di Flores in Indonesia). Comincia dunque ad affacciarsi una domanda fino a qualche anno fa inesistente: che fine ha fatto questa pluralità di forme umane? Prima davamo per scontato di essere gli unici umani sulla Terra, culmine della marcia verso l'ominizzazione. Ora invece dobbiamo spiegare come sia possibile che fino a una manciata di millenni fa eravamo in tanti sul pianeta e adesso invece resta una specie umana soltanto. Che cosa ha spazzato via tutti gli altri, tra i 50 e i 40mila anni fa? Dobbiamo ammettere che quel qualcosa, direttamente o indirettamente, siamo noi, la specie umana più loquace e invadente. Dove passa il creativo e distruttivo *Homo sapiens* non c'è spazio per altri umani.

Eppure nei tanti ripari di roccia Neanderthaliani, dai Monti Altai a Gibilterra, i paleontologi non trovano tracce di violenza inter-specifica, nessun individuo trucidato, nessuna precipitosa fuga, niente incendi,

saccheggi, o ferite da combattimento. Probabilmente il declino fu lento, frutto di una competizione più demografica che fisica. Sul nostro piatto della bilancia c'erano le ottime capacità di coordinamento sociale dovute a un linguaggio pienamente articolato, coadiuvate forse dall'alleanza venatoria con i lupi addomesticati (secondo l'ipotesi del 2017, ancora tutta da verificare, di Pat Shipman). Sul loro piatto pesarono invece in negativo le condizioni climatiche, la bassa variabilità genetica dovuta a ricorrenti crisi demografiche e alla frammentazione in piccoli gruppi isolati (precedente all'arrivo di *Homo sapiens*), e chissà magari anche i parassiti e i patogeni da noi introdotti, visto che le densità di popolazione erano basse ma gli incontri fisici ci sono pur stati. Noi potremmo essere stati non la causa diretta della loro estinzione, ma il colpo di grazia.

I Neanderthal non si accorsero che si stavano estinguendo e che quegli spilungoni africani con la pelle scura sarebbero rimasti gli unici rappresentanti del genere *Homo*. Le grotte sul Monte Carmelo, a pochi chilometri da Nazareth, raccontano un milione di anni di evoluzione umana e nel 2012 l'Unesco le ha riconosciute Patrimonio Mondiale dell'Umanità. Adesso sappiamo che ci narrano anche l'affascinante storia di una fragile, ma non impossibile, convivenza. Oggi tra due popoli affratellati dalla stessa stirpe semitica, un tempo persino tra due specie umane diverse.

Lo stesso schema di lunga convivenza non si ripete però in Europa, dove l'arrivo di *Homo sapiens* intorno a 45mila anni fa coincide con la progressiva scomparsa dell'uomo di Neanderthal (forse già in riduzione e con popolazioni molto frammentate), che in una decina di millenni si ritirò verso occidente e sul Caucaso fino all'estinzione. È come se *Homo sapiens* uscito dall'Africa 60.000 anni prima fosse una specie diversa da quella che poi invade l'Europa e porta Neanderthal all'estinzione. La prima convive con la sua specie cugina per sessanta millenni sulle coste del Mediterraneo orientale; la seconda la marginalizza e la sommerge in pochi millenni.

Secondo molti paleoantropologi solo due ondate separate di *Homo sapiens*, la seconda più avanzata della prima in termini cognitivi e comportamentali, possono spiegare questo mistero: 45mila anni fa penetra in Europa una "variante" di *Homo sapiens*, proveniente di nuovo dall'Africa, che possiede non solo l'anatomia ma tutto il corredo di comportamenti che siamo soliti attribuire agli uomini "moderni". Gli "uomini di Cro-Magnon" mostrano infatti caratteristiche inedite e inusuali fra i Neanderthaliani: nei loro siti troviamo statuette, manufatti elegantemente forgiati, ornamenti, nuove modalità di cottura dei cibi, gli indizi di raffinate tecniche di caccia e di una complessa organizzazione degli accampamenti.

Gli uomini di Cro-Magnon all'inizio avevano probabilmente la pelle scura e olivastria, mentre i

Neanderthal erano di carnagione chiara (erano loro “i bianchi”!). Inoltre, le caratteristiche anatomiche del cranio (più sferico e arrotondato) e della faccia dei Cro-Magnon (più minuta e piatta, con la fronte alta e il mento) erano in un certo senso “neoteniche” rispetto a quelle dei fieri e massicci Neanderthaliani. I cuccioli di Neanderthal sembravano *Homo sapiens*, gli adulti di *sapiens* sembravano cuccioli di Neanderthal. Chissà cosa avranno pensato i possenti uomini di Neanderthal, senza mento e con la fronte sfuggente, quando nel loro territorio cominciavano a diffondersi questi strani umani scuri dall’aspetto infantile e gracile. Senza’altro, ne avranno sottovalutato le capacità invasive e “catastrofiche”...

Incontri ravvicinati di tipo preistorico

Sesso e morte sono i due argomenti più interessanti anche per la divulgazione scientifica, pertanto la scoperta della convivenza fra *Homo sapiens* e Neanderthal è stata accompagnata fin da subito da una duplice morbosa curiosità: la prima riguardante le ragioni della loro scomparsa (fu morte violenta? Chi fu il killer?); la seconda riguardante la possibilità che un signor Neanderthal potesse accoppiarsi con una signorina *sapiens*.

Per lungo tempo la risposta alla seconda domanda fu risolutamente negativa. Le nette differenze morfologiche fra le due specie avevano fatto dubitare molti paleoantropologi della possibilità di un incrocio fertile.

Doveva esserci probabilmente una barriera di accoppiamento, visto che eravamo due specie distinte nate in tempi e luoghi differenti. Le prime comparazioni genetiche andarono in effetti in questo senso.

L'arqueo-antropologia molecolare è una disciplina affascinante. I primi tentativi di estrarre materiale genetico da forme estinte risalgono ai primi anni Ottanta, quando in Cina venne studiato per la prima volta il Dna di una mummia inumata 2.000 anni prima. Poi si tentò a Berkeley, sempre grazie all'intuito di Allan Wilson, con il Dna mitocondriale recuperato dalle parti molli di specie estinte. Nel 1989 due ricercatori di Oxford riuscirono per la prima volta a estrarre frammenti di Dna antico dalle ossa. La tentazione di applicare la tecnica ai fossili di Neanderthal per risolvere l'enigma della loro origine fu irresistibile e i primi risultati arrivarono dal 1996. Simbolicamente, il campione scelto per l'analisi del Dna mitocondriale (che si conserva molto meglio) fu proprio il Neanderthal scoperto nel 1856 nella grotta di Neander, la cui età fu stimata in circa 50mila anni.

L'esito più importante del confronto fra il Dna mitocondriale di *sapiens* e quello di Neanderthal, condotto fra il 1996 e il 1999 dal genetista svedese Svante Pääbo, allora in forze all'Università di Monaco di Baviera, fu che non vi erano tracce, neppure minime, di un contributo Neanderthaliano al Dna mitocondriale di *Homo sapiens*. Se ne dedusse che le due specie erano totalmente separate e non c'era stato flusso genico

poiché i membri dell'una non potevano incrociarsi in modo fecondo con i membri dell'altra.

La conclusione di Pääbo fu il colpo di grazia per la teoria dell'evoluzione multiregionale: se non vi è stato flusso genico con Neanderthal, è impossibile che vi sia stata una fase Neanderthaliana di transizione monofiletica verso *Homo sapiens* in Europa, come aveva sostenuto Loring Brace. Il primo responso dell'orologio molecolare di Pääbo fu che le due specie erano nate indipendentemente l'una dall'altra, in due regioni diverse, e si erano evolute in parallelo: il loro ultimo antenato comune era vissuto circa 500mila anni fa, nel cespuglio dei discendenti di *Homo heidelbergensis*.

Le comparazioni genetiche avvaloravano l'ipotesi che l'ultima ondata di *Homo sapiens* avesse sostituito completamente le popolazioni precedenti, sia in Europa sia in Asia, senza mescolarsi con esse. Nel 2000 da Mosca arrivò la notizia che il genetista Igor Ovchinnikov aveva ottenuto gli stessi risultati di Pääbo analizzando il Dna mitocondriale di un Neanderthaliano vissuto nel Caucaso intorno a 40mila anni fa: nonostante si trattasse di un esemplare più recente di quello tedesco, vicinissimo al limite di estinzione, anche qui non vi era nessuna traccia di ibridazione genetica con *Homo sapiens*. Lo stesso anno Michael Scholz, dell'Università di Tubinga, vanificò ogni illusione di continuità regionale riuscendo a ibridare il Dna di due Neanderthaliani, di un *Homo sapiens* antico (un uomo di Cro Magnon vissuto in Germania 35mila anni fa) e di un

Homo sapiens attuale: i due *sapiens* risultavano compatibili l'uno con l'altro e del tutto diversi dai due Neanderthal.

Nel 1999 l'annuncio della scoperta, nel sito portoghese di Lagar Velho, di uno scheletro di bambino che sembrava presentare caratteristiche sia di *sapiens* sia di *Neanderthal* riaprì il dibattito. Il reperto risale a 24mila anni fa, un'epoca più recente rispetto alle date di estinzione dei Neanderthal iberici. È la prova dell'esistenza di una popolazione ibrida che per alcune migliaia di anni ha mescolato caratteri di una specie e dell'altra? Oggi sappiamo che non è così: si trattava di un bambino *sapiens* con una corporatura robusta e non di un ibrido fra le due specie.

Tutto chiarito dunque? Per nulla, le sorprese erano in agguato. Come abbiamo visto, l'isolamento geografico o comportamentale può far sì che dopo un lungo periodo di tempo due popolazioni non riescano più a incrociarsi fra loro e a mescolare i rispettivi patrimoni genetici: possiamo dire in tal caso che si sono separate in due "specie" distinte. Come facciamo però con specie estinte? Dobbiamo affidarci alla morfologia dei fossili, alle distribuzioni geografiche e, quando è possibile, alla biologia molecolare e alle indagini sul Dna antico. Queste ultime ci dicono che Neanderthal non era un nostro antenato né una varietà di *Homo sapiens*, ma un cugino distinto da noi: era un'umanità "alternativa". E fin qui non ci piove.

Nel 2010 al Max Planck Institute di Lipsia, dove Pääbo si era trasferito, venne completato il sequenziamento totale del Dna nucleare (e non più solo di quello mitocondriale, completato nel 2008) estratto dai resti ossei di tre esemplari di Neanderthal vissuti nella grotta di Vindija in Croazia, tra 44mila e 38mila anni fa. Grazie al “Progetto Genoma Neanderthaliano”, per la prima volta si è avuto a disposizione il genoma completo di un nostro stretto cugino ora estinto.

Si scoprì così che il nostro genoma e quello di Neanderthal sono identici al 99,84%. Eravamo davvero cugini stretti, quasi fratelli. Che cosa contiene allora quello 0,16% di Dna differente? Da uno studio sulla dentizione, terminato nel 2011, sappiamo che il loro sviluppo era un po' più veloce del nostro: diventavano adulti prima di noi. Altre differenze riguardano, come atteso, lo sviluppo del cervello e gli adattamenti climatici. Fino ad allora i dati dicevano che eravamo due specie distinte e che non ci eravamo fusi insieme. Svante Pääbo volle quindi fare un controllo di sicurezza, comparando questa volta le sequenze del Dna nucleare di *Homo sapiens* antichi, di Neanderthal e di una gamma di *Homo sapiens* attuali provenienti però da aree geografiche diverse.

Qui arrivò l'inatteso. Le stupefacenti evidenze, rese note dai genetisti di Lipsia nel 2010, mostrarono infatti che vi era una traccia, da 1 a 4%, di Dna Neanderthaliano in *Homo sapiens*, ma soltanto nei non africani. Alquanto strano. È quindi possibile che vi sia

stata un'ibridazione parziale fra le due popolazioni in Medio Oriente, proprio quando gli *H. sapiens* uscirono dall'Africa e convissero nel Levante con i Neanderthal a partire forse già da 120mila anni fa. In quella zona potrebbero essere avvenuti gli incroci tra le due specie, come sembrerebbe confermato anche dalla presenza di tratti ibridi in reperti delle due specie.

Su come spiegare le sequenze Neanderthaliane nel genoma dei non africani si svilupparono quindi due correnti di pensiero tra gli antropologi molecolari, alcuni a favore e altri contro l'idea di un'ibridazione tra le due specie. Secondo Andrea Manica di Cambridge e altri, potrebbe infatti trattarsi di un "effetto illusorio" di ibridazione, indotto da una sotto-struttura genetica già presente nella popolazione dell'antenato comune fra *H. sapiens* e Neanderthal. Comunque sia, è diventata plausibile l'ipotesi che il nostro genoma contenga al suo interno, come un mantello di Arlecchino, le tracce di parziali fusioni con altre specie umane, alcune delle quali potrebbero aver rafforzato il nostro sistema immunitario. Forse c'è un'impronta di Neanderthal nel sangue di molti di noi. Il nostro alter ego quindi non si è proprio estinto del tutto...

Il genoma di Homo sapiens è un mantello di Arlecchino

Negli ultimi anni, la possibilità di sequenziare i genomi di specie estinte ha completamente rimodellato le nostre conoscenze sull'evoluzione umana. Le nuove frontiere

in campo genetico e le innovative tecniche di indagine riguardanti il Dna antico hanno enormemente allargato lo spettro delle evidenze empiriche a nostra disposizione, aprendo nel contempo scenari inesplorati e la possibilità di nuove domande di ricerca. Abbiamo dovuto rivedere alcuni rocciosi convincimenti. Così funziona la scienza.

Dai dati pubblicati a partire dal 2010 dal team di Svante Pääbo, è risultato che una frazione compresa tra 1 e 4% del genoma di *Homo sapiens* non africano sarebbe di origine Neanderthaliana. Il dato suggerisce che vi siano stati episodi di incrocio con Neanderthal successivi all'uscita dei primi rappresentanti della nostra specie fuori dall'Africa, per la precisione in Medio Oriente e poi in Siberia, risalenti a un periodo compreso fra 65 e 47mila anni fa.

Questi risultati, ottenuti utilizzando i Dna nucleari delle due specie, ribaltavano le conclusioni opposte cui si era giunti in precedenti indagini basate invece sull'analisi del Dna contenuto nei mitocondri delle cellule, in cui non era stata trovata alcuna traccia che facesse sospettare un qualche episodio di ibridazione tra Neanderthal e la nostra specie. Come mai la traccia genetica Neanderthaliana si trova soltanto nel Dna nucleare e non in quello mitocondriale, che si trasmette soltanto dalla madre ai figli?

L'assenza di un contributo mitocondriale Neanderthaliano non è l'unica stranezza riscontrata in questa storia. Uno studio condotto nel 2016 da

ricercatori della Stanford University e del Max Planck Institute sotto la direzione di Carlos Bustamante ha confrontato i cromosomi Y (che vengono trasmessi inalterati dal padre ai figli maschi) di uomini viventi, africani e non, di scimpanzé e di un maschio Neanderthal vissuto intorno a 49mila anni fa nella zona di El Sidròn, in Spagna. La misurazione delle differenze tra i cromosomi Y di maschi di differenti popolazioni può rivelare il tempo trascorso a partire dall'ultimo antenato comune maschio dei due gruppi, proprio come il Dna mitocondriale permette di stabilire l'ultima antenata comune femmina. La ricerca ha dunque permesso di definire con maggior precisione il momento in cui è iniziata la divergenza genetica fra noi e i Neanderthal: circa 550mila anni fa (altri studi, del 2016, sembrano invece retrodatarla a 650mila anni fa). Le analisi statistiche svolte dai ricercatori hanno anche stabilito l'assenza di tracce Neanderthaliane nei cromosomi Y degli umani moderni. Così il puzzle si complica: le tracce Neanderthaliane si notano nel Dna nucleare, ma non in quello a trasmissione solo femminile (Dna mitocondriale) né in quello a trasmissione solo maschile, il cromosoma Y. Perché? Forse gli Y di Neanderthal sono scomparsi nel tempo a causa di una loro incompatibilità con altri geni della nostra specie? Oppure è l'effetto di un fenomeno statistico casuale di "deriva genetica", che riduce la variabilità genetica nelle popolazioni piccole?

Ma siamo solo agli inizi di questo nuovo giallo scientifico. Nel 2010 Pääbo e colleghi hanno sequenziato, come abbiamo visto, il genoma mitocondriale contenuto in un frammento di dito mignolo di un individuo di sesso femminile, ritrovato nella grotta di Denisova sui Monti Altai in Siberia, segnalando la presenza di una nuova specie umana, mai osservata prima, datata 40mila anni fa. Il ritrovamento poi di due denti presso la grotta di Denisova ha fornito ulteriore materiale genetico che ha permesso, in primo luogo, di datare uno dei due reperti (Denisova 8) a 100mila anni fa, facendo supporre una presenza molto prolungata di questo misterioso “uomo di Denisova” nella regione siberiana. In secondo luogo, si è rilevato che il Dna mitocondriale di Denisova è equidistante rispetto a Neanderthal e a *Homo sapiens*, mentre il Dna nucleare è più vicino a quello di Neanderthal. Ciò ha consolidato l’ipotesi che l’uomo di Denisova sia da considerarsi come una linea evolutiva umana a sé stante, più vicina a Neanderthal che a noi. Il risultato certamente più interessante, tuttavia, è che il genoma dell’uomo di Denisova è affine per il 4-6% a quello delle attuali popolazioni umane melanesiane, in particolare quelle che oggi vivono nelle Isole Fiji e in Papua Nuova Guinea (anche nel caso dei denisovani è andato perduto il loro contributo di Dna mitocondriale negli umani moderni). Quindi ci siamo accoppiati anche con i denisovani?

Un'altra ricerca, del 2014, ha poi mostrato che gli odierni tibetani e gli antichi denisovani presentano varianti simili di un gene (EPAS1) che rende capaci i suoi portatori di fronteggiare condizioni ambientali caratterizzate da bassa ossigenazione ed elevate altitudini. Ci siamo accoppiati con loro e questo ci ha fatto bene per adattarci alla vita di montagna? Inoltre, studi sui genomi delle popolazioni inuit nel 2017 hanno rilevato che porzioni contenenti due varianti genetiche preziose (TBX15 e WARS2), associate ad alcuni tratti responsabili della distribuzione del grasso corporeo e della risposta del corpo umano al freddo, presentano grandi somiglianze con le corrispondenti regioni del genoma denisovano.

Altre due ricerche indipendenti pubblicate nel 2016 sull'“American Journal of Human Genetics”, condotte su varianti di geni (alleli) che codificano per recettori coinvolti nell'avvio di processi di risposta immunitaria innata dell'organismo nei confronti dell'invasione di microbi potenzialmente patogeni, hanno evidenziato somiglianze fra alcune combinazioni di alleli in determinate regioni del genoma (aplotipi) di *Homo sapiens* non africani e le sequenze corrispondenti estratte dai resti di uomini di Neanderthal e Denisova. Queste scoperte hanno fatto propendere molti ricercatori per l'ipotesi di eventi di ibridazione avvenuti tra la nostra specie e le due altre specie umane recenti del genere *Homo*, che sarebbero anche responsabili di alcune predisposizioni ad allergie e malattie autoimmuni che

caratterizzano i portatori di quegli stessi geni. Insomma, il nostro genoma conterrebbe porzioni di Dna di altre due specie umane, non come inerte retaggio del passato ma con effetti fisiologici che si fanno sentire ancora oggi.

Ulteriori ricerche tra il 2016 e il 2017 hanno evidenziato un legame tra la presenza di geni Neanderthaliani e altre comuni patologie, fenomeni depressivi, dipendenze e mutazioni deleterie. Altri ancora hanno sottolineato gli effetti benefici che processi di inclusione di geni da altre specie (introgressione) hanno prodotto sull'evoluzione della nostra specie, apportando nuove variazioni e aprendo la strada a maggiori possibilità di adattamento ad ambienti non africani.

A complicare il quadro si aggiungono anche le prove di introgressione presentate nel 2014 da Kay Prüfer tra Neanderthaliani dei Monti Altai e denisovani, così come tra denisovani e un gruppo arcaico sconosciuto (un altro discendente di *Homo heidelbergensis* sfuggito finora alle indagini?). Secondo quest'ultimo studio, la nostra specie, la denisovana e la Neanderthaliana sarebbero derivate da un antenato comune dal quale si separarono gli antenati degli esseri umani moderni circa 550-765mila anni fa, mentre Neanderthal e denisovani si sarebbero separati a loro volta circa 445-473mila anni fa.

Un'analisi comparata di materiale genetico delle diverse specie umane ha inoltre trovato che nel genoma dell'uomo di Neanderthal vissuto 50mila anni fa sulle

montagne dell'Altai, in Siberia, vi erano geni di esseri umani moderni. Dunque per la prima volta una prova di ibridazione in senso inverso: flusso genico da *Homo sapiens* a Neanderthal. In particolare, si è scoperto nel 2016 che un incrocio tra *Homo sapiens* e Neanderthaliani siberiani avvenne più di 100mila anni fa, molto prima degli incroci tra le due specie finora documentati.

A tutte queste scoperte si devono poi aggiungere i dati derivanti da una ricerca condotta attraverso un nuovo metodo matematico, che rientra nella branca della biologia computazionale, e che permette di identificare sequenze di Dna ereditate da ominini arcaici senza che si debba confrontarle con quelle della specie estinta. Questa tecnica "fossil free" può funzionare a condizione che si disponga di genomi "ad alta definizione" di parecchi individui, e si dà il caso che tra il 2008 e il 2015 sia stato creato il più ampio catalogo della variabilità umana fin ora esistente, il "1000 Genome Project", che ha reso disponibili ben 2500 genomi. Combinando questa tecnica con i genomi di popolazioni euroasiatiche e con nuovi dati di sequenziamento condotti su 35 abitanti delle Isole Bismarck (in Papua Nuova Guinea), genetisti dell'Università di Washington a Seattle insieme al team di Pääbo a Lipsia si sono spinti a ipotizzare almeno tre eventi distinti di ibridazione con i Neanderthal (uno in Asia Orientale, uno in Europa, e uno in Asia Meridionale), e hanno confermato l'eredità dei denisovani nelle popolazioni della Melanesia.

Infine, il recente sequenziamento del Dna mitocondriale più antico mai esaminato fino ad ora, risalente a circa 400mila anni fa, e appartenente a ominini scoperti nel 1997 nella regione spagnola della Sierra de Atapuerca, a Sima de los Huesos, ha arricchito un quadro sempre più intricato. Il Dna è stato estratto da diversi fossili formalmente attribuiti in precedenza a *Homo heidelbergensis*. Nonostante gli ominini di Sima de los Huesos condividano alcuni tratti morfologici con i Neanderthal che verranno dopo di loro, i risultati dell'analisi genica condotta da Matthias Meyer e colleghi del Max Planck Institute di Lipsia sul Dna mitocondriale hanno inizialmente rivelato, con sorpresa, una somiglianza maggiore con gli umani di Denisova, vissuti a 7.500 km di distanza. Tuttavia, ulteriori studi sul Dna nucleare, più ricco e affidabile rispetto al mitocondriale, hanno invece mostrato una più stretta affinità con Neanderthal piuttosto che con Denisova, suggerendo che tali ominini siano forme arcaiche Neanderthaliane o comunque correlate a esse, come previsto. Lo studio ha però confermato la presenza di Dna mitocondriale simile a quello dell'uomo di Denisova, inducendo gli autori a ipotizzare che esso sia stato acquisito dall'uomo di Sima in una fase successiva, o che tale Dna facesse parte del patrimonio genetico originale di Neanderthal e Denisova, successivamente rimpiazzato da ulteriori migrazioni africane.

Nonostante tutti questi recenti dati facciano propendere per l'ipotesi di una pluralità di eventi di ibridazione tra

forme umane arcaiche e moderne, non tutti gli studiosi di evoluzione umana sono convinti che questa sia l'interpretazione più convincente. Un modello alternativo propone, per spiegare l'apparente flusso genico tra *Homo sapiens* e Neanderthal, l'esistenza di una sotto-struttura genetica appartenuta al loro antenato comune africano, associando la variabilità africana a molteplici uscite di popolazioni dall'Africa. Questo scenario senza ibridazione, per reggere, deve però ipotizzare una serie di condizioni non verificate e meno parsimoniose. Molto più semplice immaginare episodi di ibridazione, pur senza fusione tra specie che rimanevano comunque distinte.

Insomma: il nostro genoma è un mantello di Arlecchino composto anche da frammenti di Dna di altre specie umane ora estinte. E questo modifica oggettivamente la nostra comprensione della specifica natura di *Homo sapiens*.

La solitudine è un'invenzione recente

Le testimonianze di Neanderthal si fanno sempre più rare dopo i 42mila anni, per scomparire del tutto verso 38mila anni fa, quando Neanderthal abbandona anche i suoi estremi rifugi nelle aspre vallate della penisola iberica immerse in un nuovo periodo glaciale. Per qualche strano motivo che non riusciamo a comprendere, forse una minore propensione all'esplorazione, i Neanderthaliani non attraversarono

mai lo stretto di Gibilterra, dove pure si erano accampati nell'ultimo periodo.

Le ragioni della loro scomparsa finale sono ancora sconosciute. Esse sono legate all'arrivo di *Homo sapiens*, anche solo per la coincidenza temporale dei due eventi, ma non è chiaro il meccanismo (o la congiura di fattori) che ha condotto all'estinzione i Neanderthal. È escluso che sia sopraggiunta una qualche perturbazione climatica o ambientale, anche se l'inasprimento del clima e le migrazioni delle prede possono aver contribuito alla crisi. Non vi sono indizi né di eruzioni vulcaniche né di inondazioni né di alterazioni climatiche improvvise, ma solo delle normali fluttuazioni glaciali a cui Neanderthal era peraltro abituato da 200.000 anni. Eppure, qualcosa di egualmente “catastrofico” deve esserci stato...

Non è mancato chi ha ipotizzato che l'estinzione degli uomini di Neanderthal sia stato il primo colossale genocidio della storia, una strage di dimensioni epocali voluta da una specie aggressiva e assetata di sangue che irrompe in Europa e frantuma l'idillio Neanderthaliano: l'esatto opposto dello scenario di “fusione” sessuale, ma forse egualmente discutibile. Non è infatti necessario ipotizzare un “catastrofismo ominide” generalizzato per spiegare la sostituzione fra due specie nel cespuglio, come fece Loring Brace nel 1991 in *The Stages of Human Evolution*. Questa versione dell'evento stride con il lungo periodo di convivenza precedente in Medio Oriente e, soprattutto, con il ritmo non velocissimo della

regressione di Neanderthal in Europa: una guerra interspecifica così violenta (o una pandemia) si sarebbe risolta molto più rapidamente che in dieci millenni. Dunque, né Rambo killer in libertà né accoppiamenti sessuali generalizzati.

In generale, non vi sono testimonianze archeologiche del fatto che l'uomo conoscesse l'istituzione della guerra prima della rivoluzione agricola e quindi prima della nascita del possesso territoriale, segno che forse la violenza organizzata non è una caratteristica inevitabile iscritta nell'evoluzione del genere umano, ma la conseguenza adattativa dell'acquisizione di uno stile di vita sedentario e di controllo sulla terra coltivabile. Questo non esclude, però, che l'impatto della nuova "versione" di *Homo sapiens* sulla Terra e sulle specie consimili sia stato in molte occasioni decisamente perturbante.

Un'ipotesi alternativa prefigura la semplice competizione demografica per il reperimento delle risorse, cioè un fenomeno simile a quello che avrebbe condotto all'estinzione le forme di *Homo heidelbergensis* tardo e di *Homo erectus* nel Vecchio Mondo, soppiantate gradualmente all'arrivo di *Homo sapiens*. Una leggera disparità nella competizione per le risorse può far soccombere una specie in alcuni millenni. È un metodo molto più lento dell'eliminazione fisica, ma inesorabile. Alla fine il manto funereo dell'estinzione ha coperto anche le ultime enclave di

Neanderthal, lasciandoci da soli in Europa, noi figli di immigrati (di colore) dall'Africa.

L'ipotesi della competizione demografica non esclude che l'uomo di Neanderthal possa aver sofferto della sua scarsa variabilità genetica o anche di una leggera inferiorità nella sopravvivenza al clima fattosi nuovamente rigido. È sufficiente che una delle due specie sfruttasse in modo lievemente più efficiente l'ambiente per creare un divario popolazioneale crescente. Quando sopraggiunse l'ultima glaciazione i Neanderthal si ritirarono anche dalle steppe eurasiatiche occidentali e scesero verso la Crimea e le pendici del Caucaso, dove si rifugiarono per alcuni millenni fino all'estinzione, che intervenne poco prima di quella dei Neanderthal iberici. Anche in questo caso il clima e *Homo sapiens* agirono di concerto: quando i Neanderthal abbandonarono i siti settentrionali, come a Kostenki, subentrarono ben presto i Cro-Magnon con le loro pelli ben tessute, le loro capanne protette e la loro tecnologia aurignaziana.

Certo, la causa della disparità iniziale, quella piccola differenza apparentemente insignificante che ha decretato la fine di Neanderthal, rimane un mistero. Cosa può essere successo? Perché *Homo sapiens* a un certo punto si trasforma in una specie così socialmente espansiva e così propensa all'elaborazione simbolica?

Se davvero nella storia naturale che ha portato infine a *Homo sapiens* sono coesistiti molti modi di essere ominini, è ancor più vero che spesso queste modalità

alternative di essere umani sono andate perdute per motivi che sembrano aver poco a che vedere con ragionamenti di superiorità o inferiorità, di maggiore o minore intelligenza ed efficienza. La storia di Neanderthal, riscritta in questi anni, dovrebbe far propendere per un altro stile narrativo. Nel cespuglio delle forme umane ogni specie ha giocato le sue carte perché il gioco dell'evoluzione può essere condotto in molti modi. È soltanto la storia, questa sequela indomabile di eventi contingenti e di tendenze, a stabilire la traiettoria di una specie. *Homo neanderthalensis* non è stata una versione inferiore, mal riuscita, di *Homo sapiens*, è stata qualcosa di diverso. È stata un contributo alla biodiversità umana sopravvissuto fino a 40 millenni fa, una specie umana che ha raggiunto un elevato grado di intelligenza separatamente e che poi è entrata in contatto con noi. È stata vittima di una specie particolarmente invadente e tendenzialmente “catastrofica”, ma se il suo areale di distribuzione fosse stato più ampio, se la sua variabilità genetica fosse stata più robusta, oppure se il suo tasso di mortalità fosse stato più basso anche solo del 2%, forse le cose sarebbero andate diversamente. A modo loro, anche i Neanderthal erano “moderni”. Hanno giocato alla pari con la loro specie cugina (almeno nella sua prima “versione”) per un lungo arco di tempo, poi qualcosa ha sparigliato le carte, dall’Africa è sbucata una creatura ingombrante che li ha spinti su un declivio dal quale non sarebbero mai più risaliti.

In una manciata di millenni (tra 50 e 40mila anni fa) *Homo sapiens* rimane l'unica specie umana sulla Terra. Non vi è più traccia dei denisovani dopo i 40mila anni fa. *Homo floresiensis* scompare sulla sua isoletta indonesiana intorno a 50mila anni fa. L'albero genealogico degli ominini, partito sei milioni di anni fa, presenta quindi una caratteristica evolutiva peculiare, abbastanza rara nell'evoluzione delle famiglie animali: la sopravvivenza di una sola specie in cima al cespuglio. Le cause che hanno condotto a questo esito (recentissimo) possono essere diverse, ma l'esito in quanto tale non pare necessario, né deterministicamente dettato da ragioni intrinseche.

Certo, il presente alternativo rappresentato dalla coesistenza di varie specie umane sorelle e forse rivali (chissà, forse oggi ci sarebbero civiltà separate, una serie di trattati di convivenza oppure una sequenza infinita di ostilità, vendette e ritorsioni...) sfida fortemente la nostra immaginazione. Siamo così abituati a presupporre l'assoluta unicità dominatrice della nostra specie da non riuscire quasi a concepire la nostra esistenza sulla Terra in compagnia di un'altra specie umana, così come non siamo soliti ragionare sul senso della nostra esistenza partendo dal presupposto che nell'universo vi siano migliaia di altre civiltà intelligenti. Eppure, è altamente improbabile che la nostra sia la sola forma di vita intelligente emersa fra milioni di pianeti simili alla Terra ed è stato altrettanto improbabile essersi ritrovati da soli in mezzo a un cespuglio di cugini ominini. E infatti fino

a cinquanta millenni fa, cioè fino alle soglie della storia, eravamo in compagnia di altre forme umane. Se le perturbazioni climatiche e molti altri fattori avessero assunto una configurazione differente, la realtà sarebbe quella di una convivenza con altre specie umane.

Mentre scorrevano i 6 milioni di anni tumultuosi che hanno prima diversificato e poi all'ultimo potato il cespuglio ominino, scimpanzé e gorilla in Africa hanno proseguito in parallelo la loro corsa senza trovare il bisogno né della postura eretta, né dell'espansione del cervello, né della tecnologia litica. Immersi in un ambiente più stabile, hanno prodotto molte meno specie di noi. Scomparsi tutti i cugini ominini nel mezzo, la differenza cognitiva e comportamentale fra un *Homo sapiens* e uno scimpanzé sembra oggi notevole. Ma lo iato che noi percepiamo adesso è il risultato di una miriade di esperimenti falliti, di traiettorie contingenti, di ramificazioni ed estinzioni avvenute in un contesto di instabilità climatica.

La permanenza di *Homo sapiens* sul pianeta occupa soltanto il 3,3% dell'età che ci separa dall'antenato comune con gli scimpanzé. La presenza di una sola specie nel nostro cespuglio evolutivo riguarda soltanto lo 0,6% della storia naturale della sotto-famiglia ominina: una briciola insignificante di storia che galleggia sopra una profondità temporale lunga sei milioni di anni. Contrariamente a quanto ci spingono a pensare i nostri sentimenti di originalità, la solitudine di specie è davvero un'invenzione recente...

Quel 3,3% gode ora delle facoltà cognitive, miste alla presunzione, di voler riscrivere l'evoluzione del rimanente 96,7%. La storia è raccontata sempre dai sopravvissuti e non sappiamo che approccio avrebbe un manuale di storiografia Neanderthaliana. Ma in un'ottica pluralista lo sguardo sulla nostra evoluzione cambia profondamente. Dal punto di vista della sua biodiversità interna noi siamo infatti un gruppo biologico in declino. Nella storia naturale che ha condotto a *Homo sapiens* sono vissute almeno 24 (candidate) specie ominine, ma molte altre potrebbero essere ancora nascoste nei sedimenti. Le relazioni filogenetiche fra di esse sono così ingarbugliate che la strategia migliore per il momento, come ha suggerito Henry Gee, sarebbe quella di costruire una mappa muta con i nomi sparsi qua e là delle specie in ordine cronologico, un tappeto di trattini sconnessi, senza azzardare connessioni sicure: un albero di Natale con le palline e gli addobbi, ma senza il tronco e i rami. Di queste 24 specie, nessuna era destinata necessariamente all'estinzione, ma alla fine siamo rimasti soli. Nulla di speciale e di ineluttabile nemmeno in questo: condividiamo la stessa sorte con alcuni altri cespugli di mammiferi in cui è rimasta alla fine una forma sola, per esempio quello dell'oritteropo, il simpatico e orecchiuto divoratore notturno di termiti, unico rappresentante rimasto di un intero ordine (i Tubulidentati). Con la differenza che al momento non si ha notizia di oritteropi convinti di essere l'apice dell'evoluzione...

Capitolo nono

Il grande balzo in avanti, ovvero: l'irresistibile successo di una specie “exattativa”

A partire da un precursore che possedeva la gamma di *exaptation* necessari comparve il cervello dell'uomo moderno all'interno di un'antica popolazione locale e per mezzo di modificazioni che ancora non comprendiamo. In seguito la selezione naturale operò all'interno di quella popolazione fissando la variante come norma. Poi intervenne la speciazione che stabilì l'identità storica della nuova entità. Infine, la nuova specie vinse la competizione con le altre a essa imparentate, in un processo che per la prima volta finì per lasciare sulla scena un'unica specie ominide: *Homo sapiens*.

Ian Tattersall, 1998

Nella grotta di Les Combarelles, gli artisti, per realizzare la loro opera, si sono inoltrati per più di cento metri all'interno di un cunicolo stretto e basso, strisciando a fatica fra rocce appuntite e volte sporgenti. Difficilmente potremo comprendere il significato di opere d'arte così misteriosamente nascoste e difficili da raggiungere, dipinte da uomini rannicchiati in un anfratto umido e gelido, povero di ossigeno, con il solo ausilio di piccole lampade in pietra. Eppure sulle pareti della grotta, nella penombra dei suoi recessi più profondi, sono raffigurate in modo raffinato e vigoroso centinaia di figure animali, in gran parte oggi estinte:

leoni delle caverne, mammut, bisonti, rinoceronti lanosi, renne e cavalli, un bestiario completo dell'Era glaciale.

Dalle forme delicatamente tratteggiate sulle pareti, dallo slancio delle membra animali impegnate nella corsa possiamo immaginare lo splendido e terribile scenario di vita di questi gruppi umani, disseminati intorno a 15mila anni fa nella steppa erbosa che allora ricopriva la Francia occidentale. Immaginiamo le immense distese, i cieli aperti e cangianti, i colori forti di un passato indefinitamente remoto. La resa dei movimenti, le pose, le disposizioni e in tempi successivi le simbologie sono così elaborate da farci dimenticare in un colpo tutti i luoghi comuni sulla presunta "primordialità" di questi abitanti dell'Europa paleolitica capaci di rintanarsi nelle viscere di una montagna per andare a dipingere il loro mondo. Ripercorrendo con rispetto i loro passi, il visitatore si trova affacciato a una finestra che dà su un altro tempo dell'umanità, un tempo profondo, sconosciuto.

Mosse dalla luce tremolante delle torce e dalle gibbosità della roccia sapientemente sfruttate, quelle figure raccontano storie, mitologie, paure e desideri che non possiamo più ricostruire. In quelle membra in movimento si nascondono i segreti di una cultura che ha lasciato poche altre tracce di sé, e perlopiù tracce materiali, deboli indizi di un mondo immaginario assai ricco e popolato. Vi è tuttavia in quelle immagini una narrazione profonda, che si stenta a percepire nei frammenti di vita arcaica che emergono sporadicamente

dai siti archeologici: è la narrazione della nascita dell'umanità contemporanea, l'emergenza della forma di intelligenza propria dell'uomo anatomicamente "moderno". Lì nasce probabilmente l'enigma, il mistero, l'immaginazione artistica, la proiezione simbolica, la capacità di astrazione, la mistura di logica e di imperscrutabile irrazionalità che Homo sapiens porta con sé.

In un'altra celebre grotta francese l'artista, la cui identità rimarrà per sempre sepolta nelle profondità di quella che un tempo chiamavamo pre-istoria, al termine della sua opera ha appoggiato una mano sulla parete di roccia e soffiandoci sopra la sua saliva impastata di pigmento l'ha coperta di pittura, lasciandone l'immagine in negativo. Quella mano stampata sulla grotta racconta più storie di un intero poema epico. "Sono io", ha scritto l'artista. "Sono io l'artefice, cosciente, di queste meravigliose scene di vita selvaggia". È una specie di testamento, una rivendicazione di autenticità, la firma della prima opera di un essere consapevole di sé e del proprio universo simbolico. In un'altra raffigurazione la mano adulta dell'artista è accompagnata da una mano più piccola, una mano di cucciolo d'uomo che voleva giocare con la pittura del padre e della madre, e lasciare la propria impronta accanto alla sua.

Un nuovo fenomeno naturale e cognitivo, quello di "essere umani", ha fatto la sua comparsa sulla Terra. Dopo una prima fase di latenza che Clive Gamble ha

definito “pionieristica”, Homo sapiens unisce alla precedente rivoluzione anatomica e genetica una seconda rivoluzione, questa volta comportamentale e intellettuale. Di conseguenza, un’ulteriore intensificazione e moltiplicazione dei legami sociali sortisce l’effetto esattativo di accelerare i processi di espansione e di colonizzazione. Evoluzione umana e planetarizzazione si saldano sempre più fortemente. Ciò significa che i cambiamenti comportamentali che hanno permesso il completamento della planetarizzazione sono gli stessi che ci hanno reso completamente “umani”. Noi, mobili e migranti da due milioni di anni, siamo umani in quanto planetari e siamo planetari in quanto umani. La specie sopravvissuta fortunatamente a un cespuglio aggrovigliato di forme, dopo un centinaio di millenni di apparente “normalità” in parte vissuti accanto ad altre specie cugine, ha cominciato a esprimere qualcosa di inedito, qualcosa la cui natura ancora sfugge ai suoi possessori...

Quelli siamo noi

Alcuni paleoantropologi come Ian Tattersall hanno battezzato questo momento cruciale come “il grande balzo in avanti” dell’evoluzione umana, *The Great Leap Forward*. Oltre alla convergenza di prove fossili, archeologiche e genetiche a favore del modello monogenista, la fenomenologia dei reperti di *Homo sapiens* africani ed euroasiatici indica intorno al periodo che va all’incirca dai 45mila ai 38mila anni fa quella che

molti archeologi, come Randall White e Richard Klein, considerano un'autentica "rivoluzione" adattativa: una nuova fase dell'evoluzione biologica e culturale umana forse correlata, secondo l'ipotesi della dispersione multipla di *Homo sapiens*, a un'ultima ondata migratoria di umani moderni provenienti dall'Africa e transitati come sempre attraverso il Medioriente verso l'Asia da una parte e verso l'Europa dall'altra.

In questo periodo, dopo quasi 100.000 anni di relativa stabilità (il Paleolitico medio), uomini dalla corporatura meno robusta e con capacità manipolatorie maggiori imparano a fabbricare strumenti che esprimono le proprietà di un'arte di grande perizia e complessità. Si tratta di formidabili cacciatori, ben adattati al clima rigido dell'Europa glaciale, organizzati in grandi accampamenti divisi in clan e famiglie.

Compaiono le prime forme di decorazione corporea e di ornamento (con forti valenze simboliche), di arte rupestre e di scultura, tutte così raffinate tecnicamente (con effetti di prospettiva e di movimento, ritratti realistici, animali immaginari, produzione dei colori...) da rappresentare ancora oggi un enigma: gli espedienti prospettici dei dipinti e graffiti delle grotte di Chauvet, di Lascaux, di Altamira e di Le Cap Blanc (tra gli altri) dovranno attendere più di 16.000 anni per essere "riscoperti". Essi sono così elaborati nella loro struttura simbolica da porre seriamente in discussione, come hanno rilevato gli antropologi Philip Chase e Harold Dibble, il modello di un'evoluzione graduale del

comportamento umano moderno: non vi è nulla di comparabile in epoche precedenti né, per certi aspetti, in epoche successive. Grazie alle nuove tecniche di datazione è stato inoltre scoperto che le origini dell'arte parietale paleolitica vanno retrodate in alcuni casi di 10.000 anni: i magnifici dipinti della grotta di Chauvet, ritenuti appartenenti alla prima fase del periodo Magdaleniano (18mila anni fa circa), sono stati ridatati ad almeno 32mila anni fa.

Alle molte ipotesi formulate riguardo alle origini e al significato dell'arte rupestre del Paleolitico superiore (mappa sociale e di identità del gruppo, secondo Margaret Conkey; espressione mitologico-religiosa in luoghi di culto, secondo Robert Layton; rito propiziatorio della caccia, secondo i primi scopritori delle pitture rupestri, ma è strano non trovarvi allora effettive scene di caccia; cosmologia del maschile e del femminile, secondo la nota interpretazione strutturalista di André Leroi-Gourhan) si è aggiunta quella di una équipe interdisciplinare di antropologi e neurobiologi, fra cui David Lewis-Williams e Thomas Dowson, che dall'analisi di particolari caratteristiche dei dipinti (la presenza modulare di motivi geometrici, di figure allucinatorie, di "chimere" realizzate unendo pezzi di animali diversi...) hanno dedotto la natura sciamanica e magica dell'arte paleolitica, che non è mai su pareti aperte e scenografiche ma sempre protetta in camere interne e riservate. La magnificenza e la durata di siti come Lascaux (frequentato per migliaia di anni,

ancorché di difficile accesso, quasi fosse un percorso iniziatico riservato a pochi per volta) hanno indotto gli scienziati a considerarli i primi grandi “santuari” dell’umanità, probabilmente con molteplici funzioni sociali, politiche e religiose nelle diverse epoche.

Un nuovo fenomeno naturale: essere umani

Il cosiddetto “grande balzo in avanti” (ma in avanti verso dove?) non fu una discontinuità improvvisa e miracolosa. Fu senz’altro annunciato da molti tentativi ed errori, a mosaico in popolazioni diverse di *Homo sapiens*, come sempre. Benché anche Neanderthal stesse esplorando le vie dell’intelligenza simbolica come abbiamo visto, quanto osserviamo in questa fase dell’evoluzione di *Homo sapiens* rappresenta oggettivamente uno stacco rispetto alla fenomenologia degli altri ominini, comprese tutte le altre specie recenti del genere *Homo*.

I comportamenti sociali raggiungono livelli inusitati di complessità e di articolazione. A Qafzeh, in Medio Oriente, i *sapiens* seppellirono una giovane madre con il suo bimbo di sei anni, distesi l’uno accanto all’altra, in un commovente abbraccio. Un nuovo fenomeno, pur sempre naturale nella sua eccezionalità, ha fatto la sua comparsa sul pianeta: una specie dotata di linguaggio articolato e di spiccate capacità relazionali e simboliche, con forti tendenze all’elaborazione di concetti astratti. Da un ramoscello laterale dell’evoluzione nasce la prima specie biologica autocosciente in grado di porsi

domande sul proprio destino e, qualche millennio a venire, sulla propria evoluzione.

In questa fase critica, Madama Evoluzione bussava alla porta di *Homo sapiens* e gli consegnava il “pacchetto modernità” tutto compreso:

- compaiono le prime forme di innovazione culturale, con rapida sostituzione delle tecnologie di lavorazione delle pelli, dei tessuti e dell’argilla nelle varie fasi che si susseguono rapidamente (Aurignaziano, fra 35.000 e 27.000 anni fa, Gravettiano, fra 27 e 22.000 anni fa, Solutreano, fra 22 e 18.000 anni fa, e Magdaleniano, fra 18.000 e 10.000 anni fa);

- le popolazioni umane si dividono in gruppi stabili e omogenei, con abitudini, sistemi simbolici e tradizioni proprie: nasce la diversità culturale (probabilmente accompagnata dalle prime diversificazioni linguistiche, che purtroppo non lasciano fossili);

- esplose la produzione di rappresentazioni simboliche e artistiche, indizi di un nascente senso “estetico” e di un’organizzazione sociale che permetteva a un gruppo di “artisti” di non partecipare alle attività produttive del clan;

- si ritualizzano le pratiche di sepoltura, accompagnate da cerimonie religiose e inserite in un contesto interpretativo di tipo mitologico;

- compaiono i primi indizi di un interesse per la comprensione dei fenomeni naturali, prima scintilla di una curiosità “scientifica” (il primo calendario lunare o

mestruale, inciso su placchette di osso nel sito francese di Abri Blanchard, risale forse a 32mila anni fa);

– l'organizzazione sociale di gruppi umani più numerosi e l'economia di caccia e raccolta si raffinano enormemente (nelle tecniche di caccia e di pesca, nella costruzione e organizzazione degli accampamenti, nell'architettura delle capanne, nell'utilizzo del fuoco, nei metodi di cottura dei cibi, e così via).

Una costellazione di abitudini e di innovazioni senza precedenti si materializza in pochi millenni, generando una nuova ondata potente di migrazioni e di colonizzazioni. Cosa può avere innescato questa esplosione di creatività, di mobilità, di immaginazione e di spiritualità? Comunque sia andata, l'uomo anatomicamente moderno ha imboccato qui la sua strada verso la gloria terrena.

Il sogno di ogni buon paleoantropologo – confessò una volta a chi scrive Ian Tattersall seduto accanto a un bancone colmo di reperti fossili e di bottiglie di vino rosso francese – è trovare la chiave di lettura per decifrare l'enigma del grande balzo del Paleolitico superiore, capire cosa possa essere successo di tanto notevole da trasformare una specie fino ad allora non molto diversa dalle precedenti in un portento di creatività. Se si studiano siti archeologici più antichi, anteriori a 75mila anni fa, non si trovano infatti tracce sistematiche di simboli e di credenze, e scarse tracce di una diversificazione culturale. Vi si trovano esperimenti sporadici e locali (ornamenti, qualche innovazione

tecnologica e poco più), come del resto anche in Neanderthal. Poi succede qualcosa, come se una nuova creatura, l'ominino dotato di intelligenza simbolica e capace di dipingere in una caverna buia i paesaggi della sua esistenza, avesse fatto la sua comparsa sulla Terra: una sorta di "equilibrio punteggiato" all'interno della stessa specie.

Questo processo, peraltro, è ben lontano dall'esaurirsi. Sessanta millenni dopo il grande balzo noi siamo la prima specie capace di studiare il proprio corredo genetico, di mappare per esteso il proprio genoma, di esercitarsi nella delicata pratica dell'ingegneria genetica su altre forme viventi e sulla propria. Si instaura una differente relazione con la propria biologia: cosa succede quando una specie raggiunge questo livello di conoscenza? Come può evolvere ancora un primate di taglia larga, nato anatomicamente 200.000 anni fa e intellettualmente 60.000 anni fa, divenuto rapidamente capace di manipolare la propria identità biologica?

In senso strettamente evolucionistico, noi ancora oggi stiamo esplorando le potenzialità della transizione paleolitica e ancora oggi facciamo i conti con le sue invenzioni maggiori: la diversità culturale, la tecnologia permeante, l'astrazione concettuale. Una definizione compiuta di cosa significhi essere "umani" e di cosa ci abbia resi così ambigualmente speciali ancora non ci è data. Siamo una giovane specie in divenire. Sarebbe più preciso se, anziché "esseri umani" (*human beings*),

usassimo il termine “divenienti umani” (*human becomings*).

Dove è successo? Il puzzle del Paleolitico superiore

Non c'è accordo sul luogo dell'evento: dove si è realizzata la rivoluzione paleolitica? È esplosa in una regione specifica per poi propagarsi a tutte le popolazioni umane oppure è emersa contemporaneamente e più volte in diverse zone del pianeta? Si è diffusa insieme a popolazioni in espansione (ipotesi demica) o per trasmissione culturale?

Gli artisti che hanno messo le loro firme nella grotta di Chauvet e negli altri siti rupestri appartenevano ai primi gruppi di *Homo sapiens* insediatisi in Europa intorno a 45mila anni fa. Dai rinvenimenti conosciuti finora appare evidente che l'uomo di Neanderthal – benché ben adattato ad ambienti diversi, dotato di ottime abilità intellettuali e capace di raffinatezze simboliche – non ha partecipato al Grande Balzo.

Le caratteristiche fisiche e anatomiche dei primi *Homo sapiens* europei, di marca squisitamente “africana”, erano identiche a quelle attuali e possiamo supporre che anche le potenzialità intellettuali di base fossero le stesse, anche se nessuno può sapere come fosse la loro visione del mondo. Gli uomini di Cro-Magnon erano alti, slanciati e con una capacità cranica addirittura superiore alla media attuale. Dal punto di vista anatomico, dal giorno in cui l'artista di Lascaux ha impresso la sua firma a oggi non è più successo granché.

Siamo una specie biologicamente e anatomicamente stabile, al punto che potremmo definire i protagonisti della rivoluzione paleolitica come “uomini anatomicamente contemporanei”, più che “moderni”. Quelli eravamo noi.

Le tracce del grande balzo in avanti sono state rinvenute quasi esclusivamente in siti appartenenti a Cro-Magnon in Europa e questo fatto ha generato l'idea, assai diffusa fino a non molto tempo fa, che la rivoluzione paleolitica fosse avvenuta in Europa e soltanto in tempi più recenti nelle altre regioni del vecchio mondo. Gli iniziatori della “modernità” evolutiva umana dovevano essere, guarda caso, gli europei.

Oggi molti paleoantropologi sospettano che la massa dei siti archeologici europei del Paleolitico medio e superiore, preponderante rispetto a quella di qualsiasi altra regione del globo, abbia generato un'illusione prospettica di tipo “eurocentrico”. Il fatto che conosciamo più siti europei non implica che qui sia avvenuta la rivoluzione paleolitica. Potrebbe significare soltanto che in Europa si è scavato di più che in altri continenti, dove probabilmente rimangono assai più cose da scoprire.

E infatti nel 2014 la rivista “Nature” ha annunciato che a Sulawesi sono state scoperte pitture e incisioni rupestri nel posto sbagliato al momento sbagliato o, per meglio dire, dove e quando meno ce le aspettavamo: in Estremo Oriente a decine di migliaia di chilometri dall'Europa, in

una sperduta e frastagliata isola indonesiana tropicale; pressoché identiche a quelle europee (un babirussa in movimento, mani in negativo, etc.); ma soprattutto, più antiche di quelle europee, visto che sfiorano i 40mila anni di età. Chi erano gli artisti di Sulawesi e cosa ci facevano da quelle parti?

Le possibilità, secondo gli scopritori, sono soltanto due. O gli artisti indonesiani hanno inventato per conto loro un'arte rupestre identica ma indipendente da quella europea, per convergenza culturale, oppure quelli che disegnano animali sulle grotte in Indonesia e poi lo fanno in Europa erano lo stesso gruppo umano, che già aveva imparato a farlo prima, in Africa. La seconda ipotesi, più parsimoniosa perché non implica due innovazioni evolutive ma una sola, prevede quindi che la transizione paleolitica sia avvenuta in Africa, prima di 60mila anni fa, e sia stata poi letteralmente portata fuori e diffusa in tutta l'Eurasia dall'ultima ondata di *Homo sapiens*.

In effetti, come già si è detto, il più antico oggetto inciso da *Homo sapiens* con motivi astratti finora conosciuto è una placchetta di ocra trovata a Blombos, in Sudafrica, risalente a 75mila anni fa. Innovazioni tecnologiche significative, come le punte di osso e gli strumenti con lama, e oggetti ornamentali come perline compaiono pure in Africa intorno a 80-70mila anni fa. Al Sudafrica e allo stesso periodo peraltro risalgono le tracce molecolari dell'ultima fuoriuscita di gruppi di *Homo sapiens* dall'Africa.

Si rafforza quindi l'idea che l'intelligenza simbolica e astratta tipica di *Homo sapiens* si fosse già espressa primariamente in Africa attraverso una serie di "fiammate" regionali di innovazione culturale e che poi una fiammata di particolare successo si sia diffusa insieme ai suoi scopritori in Medioriente, in Asia orientale e poi in Europa con l'arrivo dell'ultima ondata di espansione Out of Africa della nostra specie a partire da 70-60mila anni fa. Anche in Australasia, pochi millenni dopo l'arrivo di *Homo sapiens* (già 65mila anni fa), troviamo gli indizi di una vivace attività simbolica e artistica, fra i quali alcune sequenze di antichissimi petroglifi.

Quella che un tempo si chiamava "rivoluzione paleolitica" (il pacchetto comportamentale della modernità cognitiva umana: arte rupestre, ornamenti corporei, sepolture rituali; ma anche i primi strumenti musicali, il più antico dei quali in *Homo sapiens* risale a 35mila anni fa e proviene dal sito di Hohle Fels, nel Baden-Württemberg in Germania sudoccidentale vicino a Ulm, mentre si dibatte ancora se l'osso di orso delle caverne inciso con fori regolari trovato nel sito Neanderthaliano sloveno di Divje Babe sia davvero un flauto) non fu quindi soltanto una diffusione culturale, ma anche demica, cioè veicolata dall'arrivo di nuovi gruppi di cacciatori raccoglitori fuoriusciti dall'Africa. Fu una transizione complessa preceduta da molti tentativi falliti e probabilmente non fu appannaggio esclusivo di *Homo sapiens*. Le altre umanità, prima di

estinguersi, stavano forse esplorando a modo loro le potenzialità dell'intelligenza simbolica. Poi arrivò la fiammata finale di *Homo sapiens* e non ci fu più storia per nessuno.

Una transizione in molteplici nicchie eco-culturali

La retrodatazione dei dipinti rupestri sembra mostrare che le popolazioni di Cro-Magnon raggiunsero e occuparono l'Europa quando già avevano sviluppato le loro straordinarie capacità di innovazione, di diversificazione culturale e di produzione simbolica. Il tempo intercorso fra il loro arrivo e i primi esempi di arte rupestre e di scultura, che fin da subito rivelano grande cura e raffinatezza, è troppo breve per ipotizzare un'evoluzione delle loro capacità cognitive in Europa. Il nostro continente ha perso un altro dei primati che si era auto-attribuito.

Inoltre, i tempi di sviluppo delle tecnologie e delle invenzioni sembrano talvolta spaiati. Può accadere che un'innovazione venga "dimenticata" per molto tempo prima di diventare d'uso comune: la cottura dell'argilla viene praticata per alcuni millenni nel periodo Gravettiano (da 28mila a 22mila anni fa, l'epoca delle "Veneri" di terracotta) e poi sembra "sospesa" per quasi due millenni fino all'introduzione della ceramica.

Per comprendere queste difformità, la storia delle tecnologie umane va inserita nel contesto ecologico più ampio delle oscillazioni climatiche, della biogeografia umana, degli andamenti demografici, della struttura

delle popolazioni umane, delle differenti nicchie ecologiche occupate dai gruppi umani. Uno dei maggiori esperti di evoluzione delle culture materiali umane, l'archeologo Francesco d'Errico, ha introdotto nel 2016 il concetto di “nicchie eco-culturali”, al plurale, per spiegare il carattere ramificato, regionale e irregolare dei processi di innovazione tecnologica.

Si definisce *nicchia eco-culturale* l'insieme delle condizioni ambientali locali nelle quali un sistema culturale può sussistere ed evolvere. Grazie a questo concetto possiamo riscrivere alcuni passaggi chiave dell'evoluzione bio-culturale umana, come appunto la cosiddetta “rivoluzione paleolitica” che corrisponde all'età in cui nelle popolazioni di *Homo sapiens*, a partire da 75mila anni fa in Sudafrica (ma poi soprattutto da 45mila anni fa), compare un intero pacchetto di comportamenti inediti, associati all'emergere del pensiero simbolico. Ciò che, se guardato da lontano e a spanne, sembra una subitanea rivoluzione comportamentale, con uno zoom ravvicinato rivela di essere invece una complessa “transizione”, cioè un processo ben più complesso caratterizzato da: innovazioni locali (definite “fiammate di innovazione” culturali); diversificazioni culturali; stagnazioni isolate; esperimenti falliti (l'innovazione si spegne insieme alla popolazione che l'ha portata, spesso a causa di crisi ecologiche); reti sociali di condivisione delle innovazioni che raggiungono una tale massa critica da decretare il successo duraturo di una certa cultura

materiale a scapito di altre; espansioni geografiche degli innovatori di successo; convivenze e ibridazioni con altre culture (comprese quelle di altre specie umane).

Secondo d'Errico la creatività umana non si è evoluta come un'abilità intellettuale individuale, bensì come la "quota di innovazione" che una data società umana poteva permettersi. In un equilibrio instabile tra adesione alle norme e libertà di sperimentare nuove soluzioni, le differenti condizioni ecologiche e demografiche hanno prodotto nell'evoluzione recente del genere *Homo* (e in più specie umane) talvolta società rigide, con poca tolleranza verso la devianza, e talaltra società più rilassate, con norme più deboli e tolleranza verso i devianti. È in queste ultime che si sarebbero prodotte – in modo plurale e punteggiato – le innovazioni culturali e tecnologiche tipicamente umane. Laddove invece le condizioni di vita erano più severe, la creatività poteva diventare un lusso troppo costoso sul piano adattativo. Quindi la capacità di innovazione sarebbe figlia della devianza, più precisamente della possibilità di tollerare sperimentazioni comportamentali e culturali in presenza di pressioni selettive rilassate.

Il processo denota una forte contingenza (se una crisi ecologica e un crollo demografico non avessero interrotto un dato esperimento culturale e tecnologico, chissà la storia successiva come sarebbe stata diversa) ed è ricorsivo, perché i vantaggi di una fiammata di innovazione rilassano le pressioni selettive e a loro volta favoriscono ulteriori innovazioni. Inoltre, questo

modello va oltre la classica contrapposizione tra ipotesi gradualiste e ipotesi puntuzioniste, perché prevede l'una e l'altra dinamica a seconda dei casi.

Ma cosa è successo, nella mente umana, per renderla così propensa all'innovazione e all'astrazione proprio nel periodo che va da 80 a 70mila anni fa e non prima? La rapidità e l'assenza di indizi biologici (non si riscontrano cambiamenti anatomici né genetici di rilievo) portano a pensare a un'evoluzione di tipo culturale. Ma cosa può averla innescata? L'indiziato numero uno è il linguaggio articolato, che non lascia fossili ma molte prove indirette sì. Come abbiamo visto, non ci è dato sapere che tipo di linguaggio avessero le specie ominine fino all'avvento di *Homo sapiens*. Anche la deduzione degli stadi di evoluzione del linguaggio a partire dall'evoluzione della complessità dell'organizzazione sociale nelle varie fasi dell'evoluzione umana è poco sicura: è stato provato che si può istituire, nel corso di centinaia o migliaia di generazioni, una complessa articolazione sociale senza possedere il linguaggio articolato. Inoltre, abbiamo visto con *Homo georgicus*, *Homo naledi* e *Homo floresiensis* che si possono avere buone tecnologie, si può essere mobili e ci si può adattare ad ambienti diversi senza avere un grosso cervello.

Che tipo di storia ci racconta l'evoluzione del linguaggio? È stata forse una storia di accumuli lenti e gradualisti di competenze relazionali e comportamentali crescenti? In tal caso, dovremo supporre che la selezione

naturale abbia “visto” nel linguaggio una risorsa adattativa della massima importanza e l’abbia favorita costantemente, facendo procedere l’evoluzione attraverso una sequenza di forme intermedie di comunicazione fino all’apice raggiunto da *Homo sapiens*. Questa spiegazione è in effetti molto plausibile, tenuto conto che anche piccoli miglioramenti nella comunicazione non verbale e poi verbale hanno senza dubbio offerto un vantaggio adattativo consistente ai loro possessori. Eppure qualcosa non quadra nella documentazione paleontologica.

Se la complessità della comunicazione verbale è cresciuta gradualmente, sospinta dalla selezione naturale, perché il grande balzo in avanti si è prodotto così tardi nel corso dell’evoluzione? *Homo sapiens* possedeva il corredo anatomico, neurale e comportamentale necessario già 100.000 anni prima: perché ha aspettato tanto? Perché (ipotesi gradualista) non ci sono segni forti di un avvicinamento progressivo alla produzione simbolica, all’arte, alla spiritualità e alla diversità culturale? Né al contrario (ipotesi puntuazionista) segni di una partenza di questi comportamenti in coincidenza con la speciazione stessa di *Homo sapiens*, 200mila anni fa?

La presenza di questa accelerazione finale è ancora più sconcertante se pensiamo che l’evoluzione cerebrale era cominciata nel genere *Homo* più di due milioni di anni prima e che il suo ritmo era stato molto graduale. In questo lasso di tempo il cervello ha raggiunto un volume

(relativo alla massa corporea) tre volte maggiore rispetto a quello degli altri primati. Ma non è stata soltanto un'evoluzione quantitativa: le parti più giovani dell'encefalo (appartenenti alla cosiddetta "neocorteccia") si sono aggiunte in modo non meccanico alle parti più primitive (sistema limbico, cervelletto, tronco encefalico), creando un'architettura anatomica complessa nella quale talvolta la coordinazione delle parti "superiori" è mediata da strutture presenti nelle parti più antiche.

Rimane però un indizio intrigante da considerare. Le capacità di elaborazione simbolica e di astrazione espresse dai *sapiens* dell'ultima ondata (quelli che portano l'arte rupestre a Sulawesi e a Chauvet) sembrano in qualche modo connesse sia allo sviluppo del linguaggio articolato sia all'emergenza di una forma nuova di intelligenza, un'intelligenza pienamente autocosciente. Alcuni "paleoneurologi" e paleoantropologi sono convinti che il grande balzo in avanti del Paleolitico superiore sia connesso all'innescò di un anello ricorsivo fra l'evoluzione del linguaggio articolato e l'evoluzione della coscienza introspettiva.

La questione cruciale è capire se l'evoluzione di un'intelligenza pienamente autocosciente sia strettamente dipendente dalla presenza del linguaggio articolato, come hanno sostenuto William Noble e Iain Davidson, oppure se sia possibile che le forme ominine più antiche possedessero comunque un embrione di pensiero cosciente, una sorta di "attenzione incosciente",

come è stata definita da Stephen Toulmin. Secondo Toulmin sarebbe infatti possibile costruire arnesi attivando una forma di attenzione automatica, non cosciente. Questa si sarebbe poi evoluta, attraverso una serie di stadi, fino all'attenzione cosciente (“ecco, io sto costruendo un arnese e lo sto facendo secondo un determinato modello”) e all'articolazione del comportamento autocosciente, organizzato secondo piani stabiliti e condiviso con altri attraverso il linguaggio articolato.

Secondo il neurologo Harry Jerison, il linguaggio ha avuto naturalmente un ruolo decisivo nella comunicazione umana, ma questa potrebbe essere una conseguenza del suo sviluppo e non la sua causa. Secondo Jerison, il linguaggio è nato come effetto collaterale di una facoltà diversa che il cervello aveva cominciato a sviluppare come adattamento: la coscienza introspettiva e immaginativa. E nei dialoghi interiori dell'incipiente coscienza umana, impegnata a creare un modello e un'interpretazione attendibili della realtà, che il linguaggio troverebbe la sua origine.

In questo processo coevolutivo, la coscienza introspettiva, il linguaggio e la complessità della dimensione intersoggettiva umana si alimentano reciprocamente: la coscienza si evolve in un contesto sociale divenuto altamente competitivo; essa si sviluppa adattativamente al fine di prevedere, per proiezione di se stessi sugli altri, il comportamento degli altri. In questo contesto, già da sempre intersoggettivo, si evolve la

capacità linguistica, che a sua volta accelera il processo di formazione di un'autocoscienza e di una vita sociale ulteriormente elaborate. Si tratta di un processo in cui evoluzione biologica ed evoluzione culturale interagiscono l'una con l'altra in entrambe le direzioni, e in cui geni e cultura coevolvono.

La colonizzazione di habitat vasti ed eterogenei richiede, inoltre, raffinate capacità di interpretazione dell'ambiente e di comunicazione intersoggettiva. Le proprietà adattative ed exattative del linguaggio emergono dunque in un contesto di diversificazione planetaria, mostrando la connessione imprescindibile fra l'ultima fase del processo evolutivo umano e la diffusione globale della specie umana. Se a un certo punto non fossimo diventati una specie "globalizzata", con il nostro fenotipo da dispersione, fenotipo da migranti, l'evoluzione delle nostre facoltà superiori forse avrebbe preso un'altra strada, e viceversa. Comunque sia, le conseguenze di questo processo co-evolutivo si sono spinte ben presto al di là delle loro funzioni adattative originarie.

Latenza e innesco: gli exaptation dell'intelligenza umana

Un approccio evoluzionistico non ambisce a dedurre l'evoluzione della mente a partire da un suo modello precostituito (come in molta letteratura corrente), ma a scavare nella sua origine storica effettiva, inaugurando una sorta di "archeologia" della mente. Come ha

sostenuto lo scienziato cognitivo inglese Nicholas Humphrey, l'evoluzione naturale dell'intelligenza deve in qualche modo radicarsi nel processo primario di contatto fra mondo interno e mondo esterno, cioè nell'esperienza sensoriale e nella reattività, anch'esse prodotti (ben più antichi della coscienza) dell'evoluzione naturale: tutto cominciò in superficie, nell'intersezione fra mondo interno e mondo esterno. In particolare, i processi affettivi e sensoriali sono considerati da Humphrey un canale cognitivo parallelo a quello della percezione oggettiva, e non antecedenti a esso: la sensazione riguarda eventi che stanno capitando sulla superficie del nostro corpo; la percezione riguarda eventi che stanno capitando nel mondo esterno.

Secondo Humphrey, l'evoluzione avrebbe selezionato una strategia sistematica di controllo dell'attendibilità dell'immagine percettiva: il cervello ricostruirebbe per ogni percezione lo stimolo sensoriale corrispondente e lo invierebbe al centro sensoriale per verificarne la congruenza con lo stimolo reale. Se la ricostruzione non combacia con la sensazione effettiva viene scartata in quanto "errore" percettivo. L'immaginazione e il sogno nascerebbero dal canale percettivo (in assenza di alcuna sensazione reale) e produrrebbero comunque la ricostruzione di uno stimolo sensoriale corrispondente nei centri sensoriali del cervello. L'immaginazione e il sogno, dunque, se considerati dal punto di vista interno del cervello, sarebbero a tutti gli effetti "reali" quanto le sensazioni provenienti da uno stimolo esterno. Anche i

pensieri coscienti, le idee e le credenze avrebbero un richiamo sensoriale (di tipo uditivo): intuitivamente, essi sarebbero come “immagini di voci” nella testa.

Se le sensazioni non sono soltanto una registrazione di stimoli ma anche una particolare forma di attività “quasi corporea” soggettiva e localizzata, la coscienza introspettiva potrebbe essersi evoluta come una chiusura dell’anello attivo/passivo innescato dall’esperienza sensoriale. In un essere vivente privo di sistema nervoso centrale come l’ameba, la sensazione inizia e finisce sulla membrana esterna, come in un anello cortissimo. In un animale dotato di sistema nervoso centrale la sensazione si realizza sotto forma di un anello allungato di afferenza (dalla periferia al cervello) ed efferenza (dal cervello alla periferia), dove per efferenza non si intende la risposta allo stimolo ma l’attivazione quasi istantanea dello stimolo stesso: le sensazioni, seguendo l’antico tracciato evolutivo dell’ameba, ritornano verso il punto della stimolazione. Il cervello non si limita ad ascoltare passivamente la musica delle sensazioni, le dirige come un maestro d’orchestra.

Nella specie *Homo sapiens* si avrebbe un terzo stadio evolutivo, corrispondente alla prima scintilla della coscienza introspettiva: l’efferenza sensoriale, questa attività quasi corporea di modulazione delle sensazioni, anziché ritornare verso l’area periferica del corpo interessata sarebbe gradualmente ricaduta all’interno del cervello medesimo. L’anello sensoriale attivo/passivo si sarebbe cioè chiuso su se stesso.

Questa ricaduta all'interno, che Humphrey chiama suggestivamente "riverbero sensoriale", produrrebbe allora la sensazione di essere un corpo e la sensazione di essere un'identità soggettiva permanente. L'evoluzione della coscienza sarebbe, in altri termini, una riorganizzazione del sistema sensoriale nella quale il ritorno delle sensazioni si riverbera all'interno, come un "occhio interiore".

Questa ipotesi sull'origine della coscienza (come altre possibili) avrà senz'altro bisogno di nuove sperimentazioni e verifiche (peraltro molto delicate, difficili e necessariamente interdisciplinari, trattandosi di un'ipotesi storico-evoluzionistica). Una domanda rimane tuttavia inevasa: quando ha avuto origine la coscienza? E più precisamente, l'emergenza della coscienza è stata un evento graduale o repentino?

Il modello di Humphrey non esclude la gradualità: è un modello che potremmo definire per "latenza e innesco". Dopo una fase anche molto lunga di trasformazioni fisiche e anatomiche latenti, si raggiunge una soglia oltre la quale si innesca un processo di riorganizzazione repentina. Il fatto sorprendente è che un modello simile, come abbiamo visto, sta avendo in questi anni riscontri importanti nel campo della paleoantropologia. La comparsa degli indizi tipici di un'intelligenza simbolica e cosciente sembra avvenire rapidamente intorno a 75mila anni fa.

Gli strumenti di pietra e le morfologie anatomiche della fase "pionieristica" del genere *Homo* non preannunciano

la rivoluzione comportamentale successiva, a cui seguirà un'ondata di nuove espansioni. È come se l'intelligenza fosse a un certo punto “decollata”, come se avesse improvvisamente acquisito la portanza necessaria per sollevarsi dopo una lunga rincorsa a terra.

In tal senso, l'espansione del cervello neotenico a partire dalle prime forme del genere *Homo* in Africa orientale e meridionale non si è sviluppata “in vista” delle sue utilizzazioni future. Se l'evoluzione della coscienza e della soggettività parlante fosse stata “costruita” passo dopo passo dalla selezione naturale operante sul corredo genetico, amplificando gradualmente i piccoli vantaggi comportamentali derivanti dall'esperienza cosciente, perché gli indizi certi della presenza di un'intelligenza simbolica e concettuale appaiono così tardivamente?

La storia naturale della mente è forse una storia di exaptation ben riusciti. Molti comportamenti umani e molte proprietà del nostro cervello (frutto di un bricolage evolutivo, come sostenne François Jacob) potrebbero non essere adattamenti diretti, ma conseguenze collaterali, riadattamenti, cooptazioni funzionali.

La capacità dei circuiti neurali di acquisire con estrema flessibilità e rapidità funzioni per le quali non erano stati “programmati” nel corso dell'evoluzione, caratteristica definita “plasticità neurale”, potrebbe essere da un lato un ottimo adattamento (la plasticità neurale, così come la plasticità di altri tessuti, garantirebbe una buona

coordinazione dello sviluppo neurale, in sostanza la possibilità di espandere adattativamente alcune aree a scapito di altre nel corso dello sviluppo), dall'altro un'utilissima riserva di exaptation possibili. Nel corso dell'evoluzione circuiti inizialmente dedicati a determinate funzioni adattative (per esempio, di natura senso-motoria) vennero cooptati per funzioni differenti (utilizzo di strumenti, comunicazione, comprensione simbolica...) al mutare del contesto ecologico.

Nella sua interessante opera del 1996 dal titolo *The Prehistory of the Mind*, Steven Mithen ha proposto una teoria dell'evoluzione della mente umana che riprende l'idea secondo cui l'emergenza dell'intelligenza simbolica in *Homo sapiens* sia stata il frutto di una riorganizzazione di elementi o "moduli" cognitivi preesistenti. Mithen ritiene che la preistoria della mente abbia attraversato quattro fasi, caratterizzate dall'avanzamento spaiato di diverse "intelligenze": nella fase delle australopithecine riscontriamo una buona intelligenza generale (sviluppata per la soluzione di problemi di sopravvivenza quotidiana), unita all'intelligenza sociale e a una discreta curiosità per i fenomeni naturali (pur in assenza di una coscienza individuale); nel genere *Homo* viene integrata l'intelligenza tecnologica e gli ominini producono strumenti in uno stato di "attenzione incosciente"; con *Homo heidelbergensis* e *Homo neanderthalensis* le quattro intelligenze (generale, sociale, ecologica e tecnologica) vengono raffinate, ma restano disgiunte

l'una dall'altra. In queste prime tre fasi il linguaggio e la coscienza si sviluppano gradualmente, mantenendo una funzione esclusivamente sociale, senza l'uso di simboli. Soltanto nella quarta fase, corrispondente alla versione avanzata di *Homo sapiens*, i quattro moduli cognitivi si intrecciano, si riorganizzano e producono una forma di intelligenza integrata nella quale il linguaggio e l'articolazione cosciente vengono per la prima volta estesi a tutte le funzioni intellettive.

Che cosa si proverebbe a essere un Neanderthal?

In accordo con questa ricostruzione (peraltro ancora speculativa e viziata da un certo progressionismo stadiale) di Steven Mithen, oggi molti scienziati, fra i quali Ian Tattersall e Jeffrey Lieberman, lavorano all'ipotesi per cui l'innescò cruciale dell'intelligenza simbolica sia connesso all'emergenza del linguaggio pienamente articolato, che non è da intendersi come un tratto evolutivo unico bensì, come ha proposto il biologo cognitivo Tecumseh Fitch, come un mosaico di tratti, alcuni molto antichi come l'abbassamento della laringe e altri molto recenti come la struttura sintattica.

L'abbassamento della laringe (già presente nei cervidi e in altri mammiferi) comporta un allungamento dello spazio faringeo, all'interno del quale avviene la modificazione del suono proveniente dalle corde vocali. È una trasformazione anatomica rischiosa per una specie, perché la discesa della laringe impedisce all'animale di deglutire e di respirare allo stesso tempo,

esponendolo al rischio continuo di soffocamento. I cuccioli umani, fino all'età di due anni, rimangono con la laringe alta per poter succhiare il latte e respirare contemporaneamente. Il linguaggio articolato (come anche la neotenia) nasce dunque con il marchio del rischio: per godere dei suoi vantaggi dobbiamo correre il pericolo del soffocamento. L'indizio è interessante perché il genere *Homo* deve il suo successo a una sequenza di adattamenti costosi, che prima evidentemente non erano tollerabili dalla selezione naturale e che poi invece lo sono diventati (forse a causa di un rilassamento delle pressioni selettive stesse a partire da 2,5 milioni di anni fa).

Le strutture dell'apparato vocale non si sono conservate nella documentazione archeologica, ma la sommità del tratto sopralaringeo potrebbe avere un corrispettivo nella forma assunta dalla base del cranio, che si può invece osservare nei fossili. La retrocessione del palato produrrebbe infatti una piccola flessione della base cranica. Se la laringe si è abbassata, aprendo lo spazio faringeo necessario per l'articolazione del suono, la base del cranio risulta più arrotondata per poter accogliere la faringe più alta. Questo processo avviene in ogni essere umano dopo i due anni: la laringe si abbassa, la faringe si allunga e si inarca, la base del cranio si arrotonda per accoglierla. È la magia anatomica che predispone alla parola.

Come ha notato l'anatomista Jeffrey Laitman, la discesa della laringe sarà stata motivata inizialmente da

esigenze respiratorie (forse connesse all'adattamento a climi secchi e caldi) oppure da esigenze di espressione vocale non articolata e si sarà poi trasformata in un ottimo exaptation per l'emissione modulata della voce. Questa struttura, acquisita originariamente in un contesto respiratorio o fonatorio, si è resa disponibile come exaptation per il linguaggio articolato tempo dopo, cioè solo al momento in cui furono disponibili i meccanismi neurologici necessari per il linguaggio.

Alcuni scienziati ritengono, come abbiamo visto, che la morfologia della gola di Neanderthal, più orientata in orizzontale rispetto a *Homo sapiens* e più funzionale alla protezione dal freddo, non permettesse l'emissione di alcuni suoni fondamentali per l'evoluzione del linguaggio articolato e che questa differenza sia stata all'origine del divario creatosi fra *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis* intorno a 50-40mila anni fa.

L'assenza del linguaggio pienamente articolato giustificherebbe la relativa povertà dell'universo simbolico dei Neanderthal, in contrapposizione alla valanga di novità comportamentali introdotte da *Homo sapiens* con la transizione del Paleolitico superiore. La competizione per le risorse che spinse Neanderthal ai margini occidentali del vecchio mondo troverebbe allora una spiegazione nella maggiore complessità sociale che il linguaggio articolato indubbiamente ha consentito a *Homo sapiens*.

Benché sia soltanto un'ipotesi, è possibile che, dopo una lunghissima convivenza fra le due specie,

nell'umanità bicefala del Paleolitico medio si evolvano due universi simbolici, cognitivi e sociali diversi, e solo uno dei due avrà la meglio. In termini cronologici questo modello implica che in *Homo sapiens* si fosse sviluppato fin dalle origini l'exaptation anatomico per il linguaggio articolato, ma che soltanto molto tempo dopo la nascita della nostra specie si sia prodotto l'innescò necessario a sfruttarlo. Per quasi 80.000 anni siamo stati una specie exattativa, cioè dotata di una riserva di strutture anatomiche e neurali che, intorno a 75mila anni fa, abbiamo cooptato per dare avvio alla rivoluzione dell'intelligenza simbolica, del linguaggio articolato e del ragionamento astratto. Questo potrebbe spiegare l'evoluzione a scarto differenziato dell'anatomia e dei comportamenti simbolici di *Homo sapiens*, nato una prima volta nell'anatomia e nato una seconda volta nell'intelligenza.

Le strutture dell'intelligenza *sapiens* sarebbero, in questo senso, il frutto di una deriva evolutiva singolare, l'esito di una sequenza di eventi contingenti, un'innovazione tardiva innescata da cambiamenti exattativi o cooptazioni funzionali. Fra due forme di intelligenza contigue nel cespuglio del genere *Homo*, quindi, vi saranno certamente molti elementi comuni derivanti da analoghi vincoli ambientali, da pressioni selettive convergenti e da una parentela genetica strettissima, ma sapere "che cosa si proverebbe a essere un Neanderthal" è un compito impossibile. Non erano

intelligenti quasi come noi, erano un'altra forma di intelligenza.

Le ragioni di queste svolte storiche mostrano come sia fuorviante interpretare l'esito attuale come l'unico possibile, come il solo approdo necessario di una storia prevedibile di progresso e di presunta emancipazione dalla condizione animale. La nostra solitudine di specie e il nostro invasivo successo sono un dato di fatto contingente, non la causa ultima della storia naturale: non abbiamo vinto perché eravamo i più forti; semplicemente, ci consideriamo più forti perché abbiamo vinto.

Capitolo decimo

Human “becomings”:

verso una storia naturale delle società umane

C'è una storia indiana, almeno l'ho sentita come storia indiana, di un inglese che, avendo udito che il mondo poggiava su una piattaforma che poggiava sul dorso di un elefante il quale poggiava a sua volta sul dorso di una tartaruga, chiese (forse era un etnografo: è il loro modo di comportarsi): su che cosa poggiava la tartaruga? Su un'altra tartaruga. E quella tartaruga? Ah, Sahib, dopo quella sono tutte tartarughe.

Clifford Geertz, 1973

Dopo l'ultima tartaruga sono tutte tartarughe, insegna la cosmologia indiana. Prima di quello che chiamiamo “l'inizio della Storia” ci sono infinite altre storie, come tartarughe sopra tartarughe.

La storia del mammut lanoso, il maestoso pachiderma dei ghiacci quaternari, sembrava finita intorno a 12.000 anni fa. Aveva abitato fino ad allora tutta la fascia subartica del pianeta, dal Nord America all'Europa. Gli avevano dato la caccia sia i Neanderthal che i Cro-Magnon, inseguendoli anche nella penisola iberica. Durante i periodi glaciali erano capaci di spingersi fino al Mediterraneo, per poi ritirarsi nelle steppe settentrionali al mutare del clima.

Campioni di sopravvivenza al gelo, grazie alla spessa coltre protettiva e alle riserve di grasso in accumulato, i

mammut sembrano aver sofferto pesantemente le scorribande dei primi cacciatori sapiens. Al loro arrivo essi arretrarono sia in Europa, 12.000 anni fa, sia in Nord America, 11.000 anni fa, sia in Siberia, 10.000 anni fa. Superate queste date la presenza del grande mammifero dei ghiacci si fa sporadica, fino alla scomparsa definitiva. In Siberia vengono ritrovati i resti di migliaia di esemplari morti in un arco ravvicinato di tempo.

La pietra tombale, il marchio dell'estinzione viene affisso alle bacheche dei musei: il mammut lanoso, braccato da Homo sapiens e da un clima sempre più mite, abbandona il grande gioco dell'evoluzione intorno a 10.000 anni fa ed entra nei manuali come il grande protagonista sfortunato della nostra preistoria.

Poi, come una tartaruga sopra un'altra tartaruga, la storia riprende il sopravvento, in questo caso una storia dopo la fine della storia. Nel 1993 tre paleontologi russi scoprono sull'isola di Wrangel, un angolo sperduto di mondo nel mezzo dell'Oceano Artico, a duecento chilometri a nord delle coste della penisola dei Cukci, un cimitero di mammut lanosi. Sulle prime, nulla di sensazionale, se non il fatto che questi bestioni fossero stati capaci di sopravvivere anche a latitudini così estreme. Le datazioni, però, lasciarono di stucco: gli ultimi esemplari erano deceduti poco più di 4.000 anni fa. Altro che preistoria, il mammut lanoso rientrava prepotentemente nella nostra Storia ufficiale. Quando le grandi civiltà figlie della rivoluzione agricola e della

scrittura avevano già attraversato alcuni millenni di splendori e di rivolgimenti, il mammut lanoso pascolava ancora indisturbato nelle steppe asiatiche. Come il Celacanto, un simbolo della preistoria era tornato alla storia.

È probabile che durante la deglaciazione di 12.000 anni fa gli oceani abbiano cominciato a sommergere la Beringia, il vasto territorio compreso fra la Siberia orientale e l'Alaska emerso durante le fasi glaciali, creando il braccio di mare che separa ancor oggi i due continenti e trasformando la penisola settentrionale di Wrangel, popolata di mammut lanosi, in un'isola impervia e irraggiungibile dai cacciatori. Un oceano scuro e gelido mise in salvo l'ultimo drappello di mammut, mentre i loro compagni venivano decimati dal fango e dalle incursioni dei sapiens.

L'isolamento, come insegna tutta la storia dell'evoluzione biologica e umana, produce cambiamenti strani. Così anche i mammut lanosi dell'isola di Wrangel, in assenza di predatori, diedero vita alla loro particolare deriva evolutiva, rimpicciolendosi e modificando la loro fisionomia in funzione di una minore necessità di cibo. Chi l'avrebbe mai detto, la "speciazione" dei mammut di Wrangel fu l'inizio di un'altra storia, mentre gli egizi e i maya lanciavano verso il cielo le loro piramidi. Poi qualcosa interruppe anche la storia dei mammut perduti alla deriva, forse un'ulteriore modificazione climatica che può aver inciso sulle piante di cui essi si cibavano. Ma

non è detto che la nostra specie sia esente da colpe. Proprio di lì a poco, circa 3.000 anni fa, i primi cacciatori proto-eschimesi metteranno piede sull'isola. Una coincidenza?

L'epopea dei mammut lanosi dell'isola di Wrangel è un'icona dell'evoluzione. Quante storie prima della Storia, quante storie dopo la Storia sono nascoste nei sedimenti? Se la specie Homo sapiens è stata per sua natura nomade e intrusiva fin dalle origini, chissà quante storie di migrazioni, di estinzioni, di ibridazioni, di colonizzazioni, di catastrofi climatiche ed ecologiche, di derive evolutive attendono di essere svelate dagli archeologi, dai genetisti e dagli antropologi. La preistoria riconquista tutta la sua "storicità". Il popolamento umano della Terra è un'avvincente e sorprendente narrazione scientifica che aspetta i suoi cantori.

Non c'è mai stato un inizio

Se *Homo neanderthalensis* avesse resistito una trentina di millenni ancora avrebbe visto le prime proto-città, i primi campi coltivati, le prime specie animali addomesticate. La storia raccontata in questo libro si fermerà a una data imprecisata intorno all'11.400 a.C. al termine dell'ultima glaciazione e di quel lungo periodo di oscillazioni climatiche che così grande importanza hanno rivestito per la nostra evoluzione. Ci fermiamo quando il grande freddo, a cui Neanderthal era così ben adattato, si interrompe. Ci fermiamo alle soglie della

“Storia” con la esse maiuscola, agli albori delle grandi civiltà, in quella fase oscura della storia planetaria a cui attingono molti miti delle origini.

In numerose culture, anche diversissime e lontane fra loro, ritroviamo schemi narrativi comuni che forse rimandano a colossali eventi storici di cui non è rimasta traccia. Di certo, la fine dell’ultima glaciazione deve essere stato un periodo di forti sconvolgimenti climatici e ambientali. Non è da escludere che l’innalzamento dei mari di alcune decine di metri, dovuto all’aumento della temperatura terrestre e al conseguente scioglimento dei ghiacci, possa aver causato inondazioni in tutto il mondo.

È probabile che molte popolazioni umane siano state costrette a migrazioni ed esodi improvvisi, che oggi sono sepolti nell’archivio delle “storie prima della storia”. In generale, la fine della glaciazione potrebbe aver generato una serie di eventi ambientali catastrofici che nei miti di moltissime culture umane nei diversi continenti vennero poi rappresentati come irruzioni del disordine nel cosmo ordinato delle epoche precedenti.

Ma questo è anche l’esordio di una grande finzione rassicurante che unirà i popoli e le società: che la storia di ciascuno abbia avuto davvero un inizio assoluto, un punto zero, un’alba magica. La prospettiva del tempo profondo ci espone invece a una vertigine: non c’è alcun inizio della Storia. Non vi è nulla di inedito nel fatto che la fine della glaciazione sia stata una soglia storica globale. Forse è la prima di cui sia rimasta qualche labile

traccia indiretta nei racconti dell'umanità, ma è anche l'ultima di una lunga serie. Quelli che ciascuna civiltà definisce come i propri "antichi" erano in realtà i giovani discendenti di altri "antichi", che forse avevano a loro volta rinnegato o sterminato o assorbito altri più "antichi" di loro. Nell'evoluzione, a guardar bene, c'è sempre qualcuno più autoctono degli autoctoni.

L'umanità di 13mila anni fa era costituita da cacciatori raccoglitori ed era piuttosto omogenea. Ben presto, con lo sviluppo delle società agricole in diverse regioni del globo, le traiettorie delle popolazioni umane divergeranno. Alcuni popoli rimarranno cacciatori, altri svilupperanno complesse società urbane, commerciali ed espansive. Le cause di tali disparità vanno ricondotte al clima, alla geologia, agli habitat, alla convivenza con i grandi mammiferi, alle epidemie, alle migrazioni e ai genocidi dimenticati, alla disposizione dei continenti, insomma, a tutto il mosaico molteplice e variopinto dei fattori ecologici e geografici che hanno accompagnato l'evoluzione umana.

Non è ancora chiaro quando le innovazioni culturali e tecnologiche si siano trasmesse seguendo fisicamente le migrazioni dei popoli che le possedevano o quando tramite lo scambio e la diffusione fra popoli vicini. L'evoluzione culturale dell'umanità ha introdotto un ulteriore grado di complessità rispetto all'evoluzione biologica: ora la diversità non nasce soltanto per ramificazione e per deriva fra i popoli, ma anche per ibridazione e per diffusione trasversale. Se dovessimo

tracciare le linee di discendenza dell'evoluzione culturale nel mosaico del popolamento terrestre, il nostro cespuglio si trasformerebbe in un labirinto di intrecci.

Le epopee della colonizzazione globale

Possiamo così tentare una risposta alla domanda che aveva fatto capolino nell'introduzione: perché c'è gente dappertutto? Perché Colombo e i navigatori europei trovarono popolazioni sparse in ogni angolo e habitat del pianeta? In un certo senso, il fatto che vi siano popolazioni disperse su tutto il pianeta rappresenta un compimento dell'evoluzione ominina. Quando gli europei, una cinquantina di millenni più tardi, annienteranno la diversità indigena non faranno altro che annientare se stessi. In quei popoli definiti "primitivi" essi vedranno, attraverso il filtro del progresso evolutivo, soltanto un'ombra sbiadita di se stessi. In realtà, quei popoli sparsi in ogni angolo remoto del mondo erano l'emblema di tutto ciò che ci aveva reso propriamente "umani".

Dall'analisi della "distanza genetica" fra i principali gruppi umani attuali emergono alcune datazioni fondamentali sulle grandi biforcazioni dell'albero dei popoli della Terra, fino ad arrivare alla ricostruzione delle migrazioni e degli spostamenti che potrebbero avere caratterizzato la storia antichissima delle grandi aree del mondo. Il villaggio globale sta scoprendo davvero la sua "preistoria" o, meglio, la trama planetaria

di storie intrecciate che hanno dato origine alla sua “storia” conosciuta.

I grandi tracciati genetici dicono, come abbiamo visto, che *la prima biforcazione* è tra africani e non africani: la maggiore variabilità genetica si riscontra nelle popolazioni africane (i khoi-san del Kalahari) discendenti dal gruppo che probabilmente diede origine all’ultima Out of Africa. Esse si differenziano in primo grado dalle popolazioni indigene che abitano attualmente l’Asia meridionale, segno forse di una prima migrazione, o di una serie di migrazioni, che hanno precocemente interessato la costa dell’Oceano Indiano lungo le tre penisole arabica, indiana e indocinese.

La seconda biforcazione separa invece le popolazioni del sudest asiatico da quelle dell’Asia settentrionale, che presentano una variabilità genetica leggermente inferiore. Ne deriverebbe l’ipotesi di un secondo grande itinerario migratorio dalle penisole indiana e indocinese verso i territori della Cina e della Mongolia attuali. Poco dopo, le antiche popolazioni insediatesi in Asia meridionale si spostano anche verso sudest occupando ben presto l’Indonesia, la Nuova Guinea e quindi il continente australiano già 65mila anni fa.

Ora anche il Vecchio Mondo è diventato troppo piccolo per *Homo sapiens*. Tra 70mila e 60mila anni fa le isole dell’arcipelago indonesiano formavano un ponte ininterrotto di terre fino a Bali, chiamato Sunda, ma per raggiungere il super-continente australiano era comunque necessario superare da Timor o da Sulawesi

un canale di 70-100 chilometri, una distanza dalla quale è difficile vedere l'altra sponda.

Alcune tribù di *Homo sapiens* guardarono al di là del mare e riuscirono a compiere l'impresa, sicuramente prima di 60mila anni fa, dato che li ritroviamo poche migliaia di anni dopo sia nel sito costiero di Bobongara in Nuova Guinea orientale sia negli insediamenti del lago Mungo nel Nuovo Galles del Sud in Australia, nel luogo dove è stata disseppellita la più antica coppia di aborigeni, Lady Mungo e Mungo Man. Dalla ricchezza e dalla durata temporale dei reperti si arguisce che intorno al lago di Mungo i primi cacciatori raccoglitori australiani hanno trovato un ambiente favorevole e ricco di risorse. Il sito potrebbe essere stato abitato già da 58mila anni fa e sicuramente da 40mila anni fa. Vi si trovano resti abbondanti di selvaggina e anche la prima prova di una cremazione, risalente a circa 26mila anni fa.

I primi colonizzatori potrebbero aver sperimentato una qualche forma di rudimentale navigazione, forse su tronchi e canoe, per approdare sulle coste della Nuova Guinea o della regione di Arnhem, nei territori settentrionali dell'Australia, dove esiste un'antichissima tradizione aborigena di pitture rupestri e petroglifi. I resti dei primi abitanti umani nelle isole Bismark e nelle isole Salomone potrebbero risalire a quasi 30mila anni fa.

Gli scavi di Kenniff Cave, nel Queensland, Australia nordorientale, condotti dalla prima metà degli anni sessanta del secolo scorso, permisero di scoprire per la

prima volta che l'Australia aveva alle spalle una storia plurimillennaria. Furono scoperti più di 20mila artefatti, che coprivano un periodo di 19mila anni e mostravano anche i segni di innovazioni locali, come l'utilizzo, a partire da 5mila anni fa, di microliti taglienti attaccati a lance. Questi primi artefatti ci restituiscono uno spaccato del mondo aborigeno: lamine, raschiatoi, coltelli con supporto, asce, punte, microliti geometrici, macine, frammenti di ocra rossa.

Nasce un complesso di culture orali tra le più peculiari nel mosaico della diversità umana, anche per i modi in cui narrano le loro origini e cantano l'attaccamento alla loro terra. Gli antenati degli aborigeni si diffondono dalla Nuova Guinea alla Tasmania, lungo le coste e poi all'interno, modificando l'ambiente attraverso l'uso estensivo del fuoco. Abili cacciatori, contribuiscono in modo determinante (da soli o forse con l'aiuto del clima) alla sparizione della cosiddetta "megafauna" australiana, composta da grandi marsupiali – diprotodonti, canguri giganti, leoni marsupiali, grandi capibara, vombati e tapiri – e da enormi uccelli corridori come il *Genyornis newtoni*.

La terza biforcazione sancisce la separazione fra le popolazioni asiatiche centro-settentrionali e le popolazioni europee, la cui discendenza dai popoli delle steppe avrebbe quindi un'antichissima origine. Le sontuose sepolture di *H. sapiens* scoperte a Sunghir, 200 km a est di Mosca, e risalenti a 30-28mila anni fa, mostrano tutta la creatività della rivoluzione paleolitica e

le prime condivisioni di credenze. I defunti – tra i quali un uomo di 55-65 anni e un adolescente e una bambina sepolti insieme testa contro testa – sono accompagnati nel loro viaggio da superbi monili, da sculture di cavallini e di altri animali, da vestiti ricamati di perle d'avorio, da zanne di mammut raddrizzate. Solo una società complessa e ben organizzata di cacciatori e raccoglitori poteva realizzare opere di questo pregio. Adattatasi a regioni dal clima inclemente, la cultura sungiriana fiorì nelle pianure russe attorno alla caccia del mammut e scomparve probabilmente insieme all'estinzione dei pachidermi.

La quarta biforcazione genetica segnala la separazione fra le stesse popolazioni asiatiche centro-settentrionali e i popoli che colonizzano il continente americano, confermando l'ipotesi di una grande migrazione delle tribù siberiane attraverso il ponte di terra formatosi in età glaciale fra l'Alaska e la penisola dei Cukci. Era il continente scomparso di Beringia, selvaggio e battuto dai venti artici, popolato di mammut lanosi, oggi quasi completamente sommerso insieme ai resti dei suoi antichi abitanti. Le popolazioni che dall'Asia meridionale avevano occupato nei millenni precedenti le steppe centrali della Mongolia e del Kazakistan, formando le culture di Mal'ta e di Afontova Gora-Ohshurkovo, erano in espansione. Da una parte, calano verso l'Europa orientale. Dall'altra, si avvicinano alla penisola della Kamc̣atka. Altre popolazioni salgono invece dalla costa pacifica, passando per Corea e

Manciuria. La società di cacciatori raccoglitori più antica rinvenuta finora in Siberia orientale è quella di Dyuktai e risale a 35mila anni fa. Ma come abbiamo visto già 10.000 anni prima questi cacciatori erano in grado di abbattere un mammut sulle sponde del mare Artico, alla foce dello Yenisei.

Già forse a partire da 20mila anni fa circa, e quasi certamente più ondate successive, i cacciatori siberiani attraversarono la Beringia, vi si insediarono e poi, seguendo le mandrie di mammut e caribù, scesero in Nord America, sia lungo il corridoio canadese di San Lorenzo, provvisoriamente libero dai ghiacci, sia lungo le frastagliate e pescose coste del Pacifico settentrionale. Poi un ulteriore raffreddamento climatico, fra 20mila e 18mila anni fa, rallentò l'espansione, lasciando isolati i primi colonizzatori che si erano già spinti fino alle grandi praterie e che forse lasciarono il loro segno in siti come Meadowcroft in Pennsylvania da 18mila anni fa e Cactus Hill in Virginia da 16mila anni fa.

Da 16-15mila anni fa gli antenati degli amerindi scesero di nuovo verso sud in piccoli gruppi, occupando la valle del Mississippi, la Florida e la California. Proseguirono la loro discesa inarrestabile verso sud. Arrivarono in Sudamerica, dove troviamo il sito costiero venezuelano di Taima Taima abitato da cacciatori 13mila anni fa, siti brasiliani abitati tra 12mila e 10mila anni fa (e forse prima ancora a Boqueirão de Pedra Furada nel Piauí in Brasile), e soprattutto l'insediamento di Monte Verde, nel Cile meridionale, attivo già 13mila

anni fa, e quello argentino di Arroyo Seco, a sud di Buenos Aires, datato nel 2017 tra 13 e 14mila anni fa. I gruppi sanguigni degli amerindi di oggi presentano una frequenza altissima del gruppo 0, dovuta senz'altro al ristretto numero dei primi esploratori asiatici e alla deriva genetica: un effetto del fondatore su scala continentale.

Arrivi successivi, sempre di popolazioni asiatiche, dalla Beringia e lungo la dorsale pacifica, diedero poi origine al ceppo nordoccidentale delle culture na-dene, che include gli haida, i navajo e gli apache. Altri popoli siberiani si stanziarono ancor più di recente nelle terre settentrionali e formarono il gruppo degli inuit e degli eskimo-aleutini. Nel frattempo il popolamento dell'Amazzonia attraverso i corsi dei fiumi produsse la disseminazione di altre centinaia di gruppi (dai guarani agli arawak, agli shuar), alcuni dei quali mossero poi in tempi più recenti (intorno a 4mila anni fa) verso le isole caraibiche, irradiando una grande diversità di culture e di stili di sopravvivenza. Applicando tecniche già allora invasive, nei Caraibi dopo aver sfruttato appieno un territorio si spostavano e ne occupavano un altro. Gli esseri umani si spinsero quindi fino all'estremo sud, sia lungo le vallate andine sia lungo il versante atlantico, arrivando in Terra del Fuoco e dando origine alla cultura Yamana (i fuegini incontrati da Darwin nell'Ottocento) intorno a 9-8mila anni fa. Dalle grotte del Sudafrica e dalle vallate dell'Etiopia fino alla punta meridionale del Sudamerica, in sessanta millenni, un viaggio strepitoso!

L'impulso alla colonizzazione globale che cominciò 70-60mila anni fa sembra aver seguito quindi fasi distinte: in una prima fase esso portò alla ricolonizzazione veloce dei territori del Vecchio Mondo caratterizzati da climi favorevoli (pianure, altipiani, savane, foreste decidue); in una seconda fase i pionieri attraversarono e si stabilirono ben presto anche in zone meno ospitali (terre desertiche o montagnose, foreste pluviali, steppe, tundra); in una terza fase tutte le più impervie barriere climatiche ed ecologiche del Vecchio Mondo furono superate e i pionieri si lanciarono alla conquista di territori vergini come le Americhe, l'Australia e le isole del Pacifico. Un pianeta intero a portata dei nostri piedi.

Questa sequenza di fasi è ragionevole sul piano adattativo e ambientale, ma è messa in discussione dalla (controversa) scoperta, pubblicata su "Nature" nell'aprile 2017, di pietre apparentemente scheggiate e ossa rotte di mastodonte americano che testimonierebbero della presenza umana in un sito sulla costa californiana nei pressi di San Diego addirittura 130mila anni fa. Si tratterebbe di una retrodatazione radicale, di un vero cambio di prospettiva sulla colonizzazione dei nuovi mondi. Dato che per quanto ne sappiamo *Homo sapiens* cominciò a uscire dall'Africa non prima di 130mila anni fa, quelle pietre potrebbero essere state usate da Neanderthal o da denisovani finiti chissà come in Nord America attraverso l'Alaska, oppure da *Homo sapiens* fuoriusciti dall'Africa molto

prima di quanto finora noto ed estremamente mobili. Molti però dubitano che quelle ossa a San Diego siano state davvero frantumate da mano umana.

Altre catastrofi e migrazioni

Con la planetarizzazione di *Homo sapiens* ci accorgiamo che qualche volta ci è andata davvero bene. Alcuni dati molecolari attestano un calo della popolazione di *Homo sapiens* intorno a 70-73mila anni fa, in concomitanza con il crollo delle temperature globali dovuto all’“inverno vulcanico” provocato dalla catastrofica eruzione del Toba, sull’isola di Sumatra: centinaia di chilometri cubi di magma eruttato, con l’immissione in atmosfera (verso l’Oceano Indiano) di 800 chilometri cubi di cenere. Un disastro ecologico globale, come potrebbe essere provocato da molte eruzioni del Krakatoa messe insieme.

Ci saremmo dunque infilati in quello che gli esperti chiamano un “collo di bottiglia” evolucionistico: una drastica riduzione della popolazione, al limite della sua scomparsa, e poi una ripartenza dai pochi sopravvissuti al cataclisma. Potrebbe essersi trattato solo di una coincidenza temporale, ma la variazione genetica ridotta degli esseri umani attuali porta a pensare non solo che il gruppo fondatore iniziale sia stato piuttosto piccolo, ma che in seguito la popolazione umana abbia attraversato drammatiche riduzioni a causa di crisi ambientali.

Altri studiosi pensano che il (o un) “collo di bottiglia” si sia verificato già prima, in Africa, nel lungo periodo

glaciale che va da 190 a 123mila anni fa. Per il gioco dei venti e delle precipitazioni, le glaciazioni portano infatti aridità in Africa e forse gli sparuti *Homo sapiens* rimasti hanno trovato un rifugio alla desertificazione nelle confortevoli coste meridionali della regione del Capo, in Sudafrica, all'estremità meridionale della Rift Valley. Comunque sia andata, i dati molecolari confermano che in almeno una fase della nostra storia evolutiva ci siamo ritrovati davvero in pochi. Questo spiegherebbe anche il succedersi di diverse ondate di fuoriuscita dall'Africa.

Superati i 60mila anni fa, grazie all'evoluzione culturale *Homo sapiens* fu in grado di sopravvivere nelle gelide steppe asiatiche e in territori coperti dal ghiaccio per molti mesi all'anno. Si inoltrò in deserti e in catene montuose. Dalla zona tra il Mar Caspio e l'attuale Afghanistan partirono nuove espansioni verso est, condizionate dalla barriera himalaiana: verso le steppe e le tundre a nord, verso la penisola indiana a sud. La nostra specie fece cabotaggio sotto costa, ma si spinse anche oltre l'orizzonte visibile. Il Giappone, già raggiunto 30mila anni fa, verso i 10mila anni fa viene popolato dalla cultura Jomon.

Nell'oceano Indiano due storie contrapposte sono l'emblema dei sentieri capillari e contingenti della diffusione degli *H. sapiens*. Gli agguerriti nativi delle isole Andamane, alcuni dei quali ancora rifiutano contatti con le autorità indiane, potrebbero rappresentare una traccia dell'antichissimo passaggio lungo la costa

dei primi esseri umani provenienti dall'Africa e diretti verso la penisola indocinese.

Viceversa, il popolamento del Madagascar, territorio così vicino a quell'Africa orientale e meridionale da cui tutto era cominciato, pur presentando una componente africana avvenne però paradossalmente in epoca molto tarda, nel 400 d.C., a opera di coloni indonesiani, nel corso di una migrazione di ritorno lungo le coste dell'oceano Indiano e dell'Africa orientale.

In altre parti del mondo i destini divergono. Alcuni popoli rimangono cacciatori, altri sviluppano complesse società urbane, commerciali ed espansive, tutte basate sulla produzione del proprio cibo ma assai diverse l'una dall'altra. Le cause di tali differenze vanno ricercate nel clima, nella geologia, negli habitat, nelle epidemie, nella disposizione e nell'orografia delle terre emerse, insomma, in tutto il mosaico variopinto di fattori ecologici e geografici che hanno accompagnato le espansioni planetarie.

L'analisi genetica offre risultati interessanti anche per periodi più recenti e per aree del mondo più ristrette. Nel caso dell'Europa essa ha portato a identificare una grande migrazione dal Medio Oriente in Europa (partita probabilmente dall'Anatolia) che potrebbe essere messa in relazione alla diffusione nel nostro continente di popolazioni dedite all'agricoltura, sedentarie e costruttrici di villaggi o di vere e proprie città.

Il boom demografico che derivò dalla rivoluzione agricola originatasi in Medio Oriente marginalizzò e

assorbì le popolazioni di cacciatori-raccoglitori preesistenti, di cui tuttavia nei millenni successivi si conserveranno alcune “tracce” genetiche e culturali. Secondo altri studi, il popolamento dell’Europa sarebbe avvenuto invece in almeno tre ondate successive dall’Asia, l’ultima delle quali, di minore entità, rappresentata dagli agricoltori del Medio Oriente.

Anche negli altri continenti grandi migrazioni hanno lasciato il segno nelle mappe ricostruite dai genetisti. L’espansione neolitica, a partire dal Medio Oriente, ha avuto anche una seconda direttrice, verso l’Iran e l’India, creando importanti civiltà agricole e urbane nella valle dell’Indo e altrove. Successivamente, dall’Asia centrale si ebbe l’invasione di popolazioni nomadi delle steppe (con lingua indoeuropea) dirette anch’esse verso la Persia e l’India, e poi mescolatesi con quelle della migrazione precedente. Un’altra migrazione (in direzione ovest-est) attraversò la Siberia meridionale lasciando tracce in periodi storici nell’attuale Mongolia e nello Xinjiang, dove la presenza di popoli tipicamente indoeuropei (persino con capelli biondi e occhi azzurri) ha lasciato tracce sorprendenti sia nei corredi genetici (il popolo uygur presenta tracce genetiche di queste genti) sia nella lingua: il tocarico, oggi estinto, è una lingua indoeuropea imparentata abbastanza fortemente con alcuni gruppi di lingue indoeuropee dell’Europa occidentale come il celtico e l’italico.

In Africa il paesaggio genetico rivela altre grandi direttrici di migrazione: una prima migrazione di

neolitici dal Medio Oriente alla fascia nord-sahariana (fra 9.000 e 8.000 anni fa, il flusso si inverte e dall'Asia porta in Africa); una migrazione di pastori sahariani verso sud (4.000 anni fa); una grande diffusione di popoli e lingue bantu (che già erano agricoltori), partita dalle regioni centroafricane e giunta (non più di millecinquecento anni fa e ancora fino all'arrivo dell'uomo europeo) all'estremo sud del continente, dove ha gradualmente ridotto l'habitat delle popolazioni autoctone, quei cacciatori-raccoglitori che l'uomo europeo definì "boscimani" e "ottentotti" e oggi sono chiamati più rispettosamente khoi-san.

Perché gli amerindi non hanno due teste

Quando gli europei sbarcarono nelle Americhe, due rami del popolamento umano si guardarono negli occhi dopo decine di migliaia di anni: sulle navi, i discendenti dei Cro-Magnon; a terra, i discendenti dei colonizzatori siberiani entrati nelle Americhe; il loro punto di congiunzione, il loro antenato comune era vissuto intorno a 45mila anni fa in Asia centrale. Al ritorno dal primo viaggio, Cristoforo Colombo scrisse stupefatto al suo finanziatore Luís de Santángel di non aver trovato nelle Indie occidentali i mostri umanoidi, alti tre metri, con due teste e faccia da cane, che molti avevano previsto e che venivano evocati nel *Milione* di Marco Polo, di cui Colombo si era portato una copia, piena di annotazioni. Uscite indenni dall'immaginario medioevale, queste figure mitologiche e deformi

avrebbero dovuto popolare le terre incognite oltreoceano, e invece niente. Colombo scopre involontariamente l'universalità dell'umanità. Ci sono esseri umani ovunque, e sono proprio come noi.

Ci siamo chiesti come possa essere stata la convivenza fra *Homo sapiens* e altre specie del genere *Homo*, fino a 40mila anni fa. Ci chiederemo ancora per molto come potrebbe essere la convivenza fra noi umani e un'eventuale specie aliena. Ma non occorre andare così lontano, nel tempo e nello spazio, per capire come la nostra specie è abituata a confrontarsi con "l'altro". I popoli nativi delle terre esotiche sono stati spesso raffigurati, nei primi atlanti, come rappresentanti di gradi inferiori di umanità, come feroci cannibali dalla testa di cane o come mostri con una gamba sola. All'inizio del Libro Primo della *Politica* di Aristotele i barbari, cioè i non greci, i "balbuzienti", sono dipinti come "schiavi di natura": essi, al contrario degli uomini per natura liberi, sono privi della capacità autonoma di pensare e di governarsi.

Al di là del mare c'erano invece soltanto esseri umani, creature biologicamente simili ai loro scopritori europei e figlie della stessa storia africana. In particolare, guardando per una volta questa storia non come "la conquista dell'America" ma come un incontro tra due linee del popolamento umano della Terra, gli esseri umani "normali" incontrati da Colombo nel suo primo sbarco furono i taínos dei Caraibi, con la loro grande cultura ora scomparsa. Il popolamento della regione era

avvenuto attraverso la cosiddetta “espansione ostionioide”, dal 2000 a.C. al 900 d.C., da parte di popolazioni neolitiche arawak provenienti dal continente sudamericano, forse precedute da pescatori primitivi di cui vi è traccia a Cuba (i Ciboney). Questi primi nativi pacifici, incontrati da Colombo e dagli spagnoli alle Bahamas, a Cuba, a Hispaniola (ora Haiti e Santo Domingo) e in Giamaica vivevano in contrapposizione con i caribi, altri arawak, ma pirateschi e aggressivi. Dobbiamo ai taínos, oltre alla pregevole ceramica “saladoide”, parole che usiamo tuttora come “canoa”, “amaca”, “uragano”, “tabacco”, “cannibale”. I loro idoli o “zemi” erano intagliati con maestria nel legno oppure realizzati in fibre di cotone lavorate, intrecciate e mescolate a ossa.

Quando al termine del XV secolo e nel corso dei due secoli successivi le potenze europee incontrarono le altre umanità, le reazioni degli esploratori, dei colonizzatori e dei missionari furono dunque ambigue e contraddittorie: per alcuni quei popoli rappresentavano la purezza e l’innocenza dello “stato di natura” non ancora contaminato dalla civiltà; per altri erano “selvaggi” incivili ai limiti dell’appartenenza al consesso umano. Poi si capì che erano umani come noi, ma non bastò per non ridurli in schiavitù. Tutto questo avveniva mentre il Rinascimento italiano riscopriva la dignità dell’individuo umano come “microcosmo”.

La domesticazione produsse poi una triste asimmetria tra le popolazioni umane del Vecchio Mondo e dei

“nuovi mondi”. La lunga convivenza fra gli agricoltori euroasiatici e i grossi mammiferi addomesticati aveva infatti permesso loro di sviluppare con il tempo le difese immunitarie necessarie per respingere i più aggressivi parassiti che colpiscono *Homo sapiens* proprio a causa della vicinanza con i grandi mammiferi, con i primati e con i volatili allevati. Gli amerindi e gli aborigeni australiani non avevano questa confidenza, perché l’arrivo dei loro antenati nei nuovi mondi aveva coinciso, come abbiamo visto, con l’estinzione delle megafaune locali. Solo alcuni gruppi (nessuno in Australia) avevano in seguito sviluppato l’agricoltura e l’allevamento, ma di pochi animali.

Così morirono a milioni per colpa del vaiolo, del morbillo e del tifo, mentre tutto sommato i virus endemici fra loro, come la sifilide, furono tollerati e assorbiti con più facilità dagli euroasiatici. Lo “scambio colombiano” dei patogeni (seguito alla scoperta di Colombo) fu dunque molto sfavorevole per i nativi dei nuovi mondi. Da quando è iniziata la convivenza fra esseri umani e animali fino all’influenza suina o all’aviaria di oggi, il rapporto con i patogeni portati dagli animali domestici ha condizionato gli scenari della diversità umana. L’asimmetria immunologica ha contribuito al declino di molte popolazioni native, anche se naturalmente non è stata l’unica causa. Le malattie hanno avuto un ruolo fondamentale nelle migrazioni e nella distribuzione delle popolazioni umane, sia come causa sia come effetti di esse.

Un tessuto di colonizzazioni “exattative”

Le poche tribù di cacciatori-raccoglitori ancora esistenti rappresentano le preziosissime vestigia di una complessa organizzazione sociale paleolitica (piccoli gruppi interconnessi, senza gerarchie sociali, senza il concetto di proprietà privata e di moneta, con un’etica fondata sulla sacralità dell’ambiente che dona loro la vita), sono la mappa planetaria di uno dei molti mondi perduti che affiorano dalla trama della diversità umana e resistono all’uniformazione: mondi sopravvissuti nei quali la qualità della convivenza e della coevoluzione fra umani e habitat raggiunge livelli di eccellenza. In realtà, non è preciso definirli “mondi perduti” poiché la relazione co-evolutiva fra l’organizzazione sociale, la planetarizzazione e le facoltà intellettive e linguistiche di *Homo sapiens* ci insegna che quei mondi sono sempre dentro di noi, essendo il contesto all’interno del quale siamo diventati propriamente “umani”.

Inoltre, anche la storia della nascita e della diffusione dell’agricoltura e dell’addomesticamento degli animali è punteggiata di eventi contingenti e di derive casuali che la rendono più complessa e in taluni casi più frammentaria di quanto non si pensasse. L’agricoltura si è diffusa sul pianeta a partire da cinque aree originarie, forse sei: dalla mezzaluna fertile in Medio Oriente, con la coltura del grano e dell’olivo (nell’8500 a.C. circa); dalla Cina, con la coltura del riso e del miglio (prima del 7500 a.C.); dall’America centrale, con la coltura del mais e dei fagioli (prima del 3500 a.C.); dalle Ande e

dall'Amazzonia, con la coltura della patata e della manioca (prima del 3500 a.C.); dalla fascia del Sahel e dall'Etiopia, con la coltura del sorgo e del caffè (prima del 5000 a.C.); e forse anche dalla Nuova Guinea, con la coltura della canna da zucchero e della banana (intorno al 7000 a.C.). In ogni luogo le trame della scoperta e della diffusione delle tecniche per la produzione del cibo sono state diverse. In molte regioni l'agricoltura è arrivata per via indiretta in tempi comunque antichissimi, seguendo sentieri imprevedibili, in altre regioni non è arrivata mai e in altre ancora è arrivata ma è stata successivamente abbandonata per ritornare alla società di cacciatori raccoglitori. Anche il puzzle della domesticazione degli animali, diversi da regione a regione, non è meno intricato.

Da queste asimmetrie e contingenze nello sviluppo dell'agricoltura, nata e rinata più volte sul pianeta, discendono per conseguenza le differenti densità abitative dei primi insediamenti urbani, le loro organizzazioni sociali con gruppi di persone per la prima volta non dedite alla produzione e al sostentamento della tribù (cioè artigiani, politici, sacerdoti, scriba, burocrati, soldati...), la nascita (anch'essa molteplice e complessa) della scrittura e delle differenti tecnologie. Al termine dell'ultima glaciazione, il pianeta si è dunque popolato di un mosaico di civiltà agricole e urbane che ha sospinto ai margini le antiche società di cacciatori, portandole in molti casi all'estinzione.

La specie umana, seguendo questa trama di direzioni, colonizzò tutti i continenti tranne uno, spingendosi anche dove l'agricoltura non è possibile, e dove mai prima un ominide si era spinto. La regione artica, dal Canada settentrionale alla Groenlandia, fu abitata a partire da 4500 anni fa, in siti come Qeqertasussuk, da pescatori di ceppo mongolo provenienti dall'Alaska. Le capacità di insediamento e di dispersione di *Homo sapiens*, in cerca di cibo e di chissà che altro, poterono ora fare affidamento su adattamenti culturali che sfidavano qualsiasi ambiente terrestre, con l'eccezione soltanto dell'Antartide. L'innovazione e la diffusione culturale – attraverso la lavorazione delle pelli, la tessitura di vestiti e la produzione di calzature, la costruzione di tende e capanne, le protezioni verso i cuccioli – diventarono sempre più forti rispetto ai vincoli ambientali.

Ricercatori dell'Università di Copenaghen nel 2010 sequenziarono l'80% del corredo genetico di Inuk, un cacciatore paleoeschimese della Groenlandia vissuto quattro millenni fa. Da un frammento di osso o da un capello ricostruiamo le sue fattezze, sappiamo il suo gruppo sanguigno, ma soprattutto facciamo ipotesi sulla sua provenienza. Sorprendentemente, il suo genoma è più vicino a quello degli attuali siberiani che a quello dei nativi americani e degli Inuit, segno che forse quelle terre estreme furono raggiunte da una migrazione più recente, e non dai primi colonizzatori delle Americhe passati attraverso lo stretto di Bering.

Giunti a questo punto della colonizzazione globale, diventa difficile trovare terre senza nativi. Le poche aree che non furono mai colonizzate da esseri umani fino alle esplorazioni moderne nel XVI secolo sono le isole di Capo Verde, l'arcipelago delle Azzorre, Madera, Sant'Elena, Ascensione, Bermuda, le Falkland, le Galápagos, le Seychelles, le Mascarenas, l'arcipelago delle Kerguelen e le altre isole dell'oceano Indiano meridionale. In alcuni casi, come per le isole Pitcairn, Norfolk e Christmas nell'Oceano Pacifico, i navigatori non trovarono popolazioni indigene stanziali, ma i segni di un'antica occupazione estinta. Gli esploratori europei quindi, in senso letterale, non hanno "scoperto" granché. È possibile che la penisola di Ross e altre zone remote del continente antartico siano state virtualmente abitabili da esseri umani in epoche passate. Non esistono tuttavia al momento evidenze in tal senso.

Da dove nacque l'impulso allo spostamento che condusse le tribù umane ad adattarsi a ogni forma di ecosistema terrestre? Perché siamo diventati l'unico ominide africano con una distribuzione pressoché globale? Il paleoantropologo Clive Gamble propose nel 1994 di non considerare la colonizzazione globale come una strategia adattativa che ha generato poi i comportamenti umani moderni sviluppati da *Homo sapiens*, ma di rovesciare la prospettiva esplicativa e di pensare che forse il susseguirsi delle dinamiche migratorie fu l'effetto collaterale di un mutamento nel comportamento umano: il processo di colonizzazione

globale fu una conseguenza imprevista di cambiamenti nel comportamento umano, cioè un exaptation.

Come spiegare altrimenti il fenomeno, decisamente poco “efficiente” da un punto di vista adattativo, di popolazioni che abbandonano i fiorenti tropici e decidono di sfidare i climi rigidi della Siberia, specializzandosi sempre più a nicchie ambientali ristrette e ostili? Eravamo naturalmente “portati” per farlo? La selezione naturale ci ha plasmati in vista della possibilità che diventassimo la sola specie planetaria? Chi ce lo faceva fare, a noi da poco usciti dall’Africa, di cacciare un pericoloso mammut a 22 gradi sotto zero e di campare in quelle condizioni per noi innaturali?

In quei due recenti ritrovamenti di un mammut cacciato al Polo Nord 45mila anni fa e di arte rupestre a Sulawesi, 40mila anni fa, si nasconde qualcosa di profondo su ciò che ci rende umani a modo nostro. Risulta ancora difficile enunciarlo, ma in quei due comportamenti ci siamo noi, siamo solo noi. Nessun altro animale e nessun altro ominino si sognerebbe di nascere in Africa e dopo venti millenni di vivere nell’Artico cacciando mammut o, al contempo, di dipingere babirussa che corrono sulle pareti di una grotta in un’umidissima isola tropicale. Così creativi e così invasivi, siamo solo noi.

Il cespuglio delle civiltà del Pacifico

Jared Diamond nel 1997 e in opere successive propose un interessante “esperimento naturale di evoluzione

storica” come modello in piccola scala di un processo coevolutivo fra le società e gli ambienti naturali da cui è probabilmente emersa la vastissima gamma delle diversità culturali ancora presenti nel XVI secolo (e poi sterminate). L’esperimento riguarda la diffusione delle popolazioni polinesiane nel Pacifico e come queste, imbattendosi in isole con ambienti molto diversi fra loro, abbiano dato origine in tempi relativamente brevi (una manciata di secoli) a una straordinaria diversità di società e di culture.

L’analogia con l’evoluzione biologica per speciazione è suggestiva. Una serie di popolazioni si trova dinanzi a una molteplicità di habitat disponibili, di nicchie ambientali aperte. Occupandole, le popolazioni si separano e si diversificano rapidamente, seguendo traiettorie evolutive indipendenti verso esiti evolutivi così diversi da rappresentare un’autentica “radiazione” di forme e di soluzioni possibili. Siamo cioè di fronte a un modello “per diffusione” che accomuna l’evoluzione biologica e l’evoluzione ambientale delle società umane.

Come abbiamo visto, la dispersione nel Pacifico è un fenomeno piuttosto tardo, che segue di almeno 30.000 anni l’arrivo dell’uomo in Australia. Nel Pacifico troviamo, intorno al 1500 a.C., un unico ceppo di agricoltori e di pescatori, dotati di efficienti imbarcazioni, che dalle isole Bismarck comincia a spostarsi verso oriente, colonizzando le isole Figi, Samoa e tutti gli arcipelaghi più orientali della Polinesia. Il processo di espansione terminerà soltanto mille anni fa

con la conquista della Nuova Zelanda, una delle ultime terre abitate dall'uomo.

Sulle origini di questo ceppo melanesiano sono fiorite molte congetture. La ceramica Lapita e la famiglia linguistica, l'austronesiano, accomunano i popoli delle isole del sud-est asiatico, della Melanesia e della Polinesia, a indicare una possibile parentela. Il ceppo originario potrebbe essere partito quindi dall'attuale Indonesia. Certamente, i popoli che colonizzano le isole del Pacifico non sono i papua della Nuova Guinea, perché non c'è parentela né linguistica né genetica. Essi hanno probabilmente subito il passaggio degli invasori indonesiani. Ma vi è anche chi sostiene un'origine cinese dei popoli polinesiani, arrivati attraverso Taiwan, oppure, rovesciando completamente la prospettiva, un'improbabile origine sudamericana attraverso l'Isola di Pasqua. Le comparazioni genetiche svolte dalla seconda metà degli anni Novanta sembrano confermare l'ipotesi indonesiana: la traccia mitocondriale lasciata dalle migrazioni sul genoma delle popolazioni polinesiane indica la presenza di un forte ceppo di origine sud-est asiatica, unito a un ceppo minoritario di origine papua dovuto forse a mescolamenti superficiali. I dati comparativi del cromosoma Y hanno indicato la presenza di due grandi migrazioni a partire dal sud-est asiatico, una verso la Polinesia 3.000 anni fa, un'altra verso Taiwan.

Nel 500 d.C. dal ceppo polinesiano ebbero origine centinaia di piccole società che colonizzarono tutti gli

arcipelaghi abitabili, diversificandosi in una miriade di società diverse per abitudini, lingua, cultura, organizzazione politica. La coevoluzione fra le popolazioni e gli ambienti portò a risultati molto diversi: in isole piccole con un clima freddo i colonizzatori abbandonarono l'agricoltura e tornarono a società di caccia e raccolta, la popolazione rimase contenuta nelle poche migliaia, la società rimase pacifica e priva di una stratificazione sociale complessa; viceversa, in isole grandi con un clima più mite l'agricoltura fiorì, la popolazione si moltiplicò e si divise in gruppi, la società si articolò in classi anche non produttive.

Nelle isole del Pacifico cause ambientali diverse (il clima, la conformazione geologica, l'orografia, la disponibilità di risorse marine, l'estensione, l'isolamento geografico...) hanno dunque tracciato itinerari evolutivi nei quali diverse capacità di sussistenza condussero a diverse densità demografiche, e da queste a diverse organizzazioni sociopolitiche (da semplici economie di sussistenza familiare a complessi imperi organizzati in caste, e così attraverso molte soluzioni intermedie).

Il laboratorio polinesiano ci racconta una storia di "speciazioni allopatriche" in un contesto di evoluzione culturale e sociale. La coevoluzione fra popolazioni e nicchie ambientali nel modellamento delle società umane è un processo locale, unico, contingente. Anche l'evoluzione culturale, con le sue "speciazioni" geografiche, è un'ecologia di tempi, di cause e di elementi eterogenei. Tuttavia, non dobbiamo

dimenticare che dopo questa esplosione di diversità le società del Pacifico hanno cominciato a commerciare fra loro, a scambiarsi esperienze, tecnologie e malattie, a conquistarsi ed estinguersi l'un l'altra, a migrare, a mescolarsi. E le stesse ibridazioni accaddero nel grande mosaico della diversità planetaria delle lingue, delle società, delle culture.

Non è un caso che il Pacifico sia stato anche il laboratorio a cielo aperto di un fenomeno evolutivo peculiare che forse ha interessato molte altre aree del pianeta, cioè la rottura dell'equilibrio fra predatori e prede che ha condotto all'estinzione improvvisa di molte forme animali all'arrivo dei cacciatori *sapiens*. In Nuova Zelanda l'evoluzione, come accade spesso nelle isole più lontane, aveva tentato una delle sue strade alternative. L'ambiente terrestre non era dominato dai mammiferi, ma dagli uccelli e dai rettili. Le isole erano abitate da grandi volatili predatori nel cielo, come l'aquila gigante, e da molte specie di uccelli inetti al volo, fra i quali oche, folaghe, i kiwi e i celebri moa, uccelli pesanti simili a struzzi giganteschi che sono diventati il simbolo di questa fauna scomparsa.

Intorno al 900 d.C. (la nostra storia profonda ha sfondato decisamente i limiti della "preistoria"!) i primi *Homo sapiens*, sotto le vesti di popolazioni polinesiane che oggi chiamiamo maori, toccarono il suolo vergine della Nuova Zelanda. Fu così, e non per colpa del clima, che cominciò lo sterminio dei moa, macellati a milioni di generazione in generazione per cibarsi della loro

carne, per conciare le pelli, per ricavarne le ossa. Montagne di scheletri di moa e di uova rotte sono state disseppellite nei siti archeologici degli antichi maori. L'impatto umano fu devastante e in poche centinaia di anni l'ecosistema delle isole ne uscì sconvolto. A causa della deforestazione e dell'introduzione dei ratti, la metà delle specie isolate si estinse e fra queste quasi tutti gli uccelli inetti al volo, depredati delle loro uova dai roditori.

Nove secoli più tardi, i primi navigatori europei che esploreranno le coste neozelandesi vi troveranno un clima e un habitat ideale, armonico, in equilibrio, senza moa o altri animali strani che corrono nelle vallate. Essi non mancheranno di dare il loro contributo di distruzione e di colonizzazione forzata. Ma l'ignoranza del tempo profondo genera illusioni prospettiche. Gli europei non ruppero un equilibrio paradisiaco che durava dalla notte dei tempi. Non ci sono terre vergini, ma soltanto storie prima di altre storie. In questo caso, storie dimenticate di invasione e di estinzione. Gli invasori erano stati invasori, i colonizzati erano stati colonizzatori. La civiltà maori nascondeva il suo lato oscuro sotto quelle montagne di scheletri e troverà lo stesso destino che essa aveva inflitto prima agli inermi moa e poi, alcuni secoli dopo, alle popolazioni vicine dei morori, cacciatori raccoglitori polinesiani che abitavano le isole Chatham e che furono sterminati dai loro cugini maori.

Una storia analoga è stata scritta, in tempi recenti, anche per altre isole del Pacifico e per l'arcipelago delle

Hawaii. In alcuni casi le isole sono attualmente prive di insediamenti umani, ma recano i segni di estinzioni delle faune autoctone a causa di brevi “soggiorni” del primate cacciatore in tempi precedenti. Alle Hawaii l’arrivo dei primi agricoltori polinesiani, intorno al 400 d.C., causerà l’estinzione del 70% di tutte le specie di uccelli, assolutamente peculiari, che abitavano le isole. Insieme a esse, anche a causa dell’introduzione di mammiferi estranei come i roditori e le capre, scomparvero numerose altre specie di uccelli e di rettili, nonché la gran parte delle piante endemiche che coprivano le pianure fertili. All’arrivo della flotta del capitano Cook, più di un millennio dopo, il peggio era già stato commesso e l’habitat, benché all’apparenza rigoglioso, era molto più povero e frammentato di quello originario.

Questo naturalmente non allevia in alcun modo le responsabilità degli europei nel loro impatto devastante rispetto alle civiltà native e agli ecosistemi indigeni. Semplicemente, le iscrive in un tessuto di interdipendenze storiche e geografiche più ampio e variegato, nel quale fanno il loro ingresso a pieno titolo le dinamiche co-evolutive profonde che legano insieme le popolazioni umane, i loro differenti ecosistemi, le faune che incontrano, le condizioni climatiche, la geologia terrestre. Queste dinamiche ecologiche sono le stesse che condizionano l’evoluzione degli ominini da 6 milioni di anni: esse sono parte della medesima “storia naturale”.

Insomma, l'impatto di *Homo sapiens* sugli ecosistemi è stato pesante anche prima dell'invenzione dell'agricoltura. L'Antropocene è cominciato presto. Siamo una specie anomala, perturbatrice, una specie catastrofica. Ci sono altre montagne di scheletri, nascoste da qualche parte.

Capitolo undicesimo

La firma della specie catastrofica: la Sesta Estinzione

Noi non saremmo qui se l'estinzione fosse un gioco
totalmente leale.
David Raup 1991

Quando verrà il giorno dell'inventario universale di tutti gli organismi vissuti sulla Terra, nella scheda di presentazione della nostra specie una delle prime voci dovrà essere: "attitudine precoce alla distruzione".

Nelle praterie sterminate delle Americhe pleistoceniche, dove mai nessun essere umano arcaico aveva piazzato le sue tende, viveva indisturbata una grande varietà di grossi mammiferi, carnivori ed erbivori. Era l'età dei vigorosi mastodonti americani. Le lente discese dei ghiacciai artici modificavano periodicamente la conformazione degli habitat e della vegetazione, ma nel complesso il loro adattamento agli ecosistemi americani pareva solido e duraturo. Decine di mammiferi extralarge vagavano liberamente per il continente: il Deinotherium, un gigantesco elefante con le zanne rivolte verso il basso, l'imponente mammoth lanoso, il mastodonte, il diprotodonte, lo smilodonte, il milodonte, l'homotherium, il gliptodonte (una sorta di armadillo enorme e pesantemente corazzato), i bradipi e i tapiri giganti, le tigri con i denti a sciabola, i leoni, i grandi orsi dal muso corto, il castoro gigante. Un

variopinto bestiario medioevale popolava queste terre immuni da presenza umana.

Intorno a 12.000 anni fa ebbe però termine l'ultima glaciazione del Pleistocene. Le lingue di ghiaccio cominciarono a ritirarsi verso nord, liberando vallate e altopiani. La temperatura cominciò a salire, modificando la vegetazione e allargando le fasce di foresta equatoriale e tropicale. Con grande sorpresa dei paleontologi che ne scavavano i resti, proprio in coincidenza con l'ultima fase della deglaciazione i mastodonti americani scomparvero improvvisamente e completamente dal continente. Più nessuna traccia, volatilizzati: 57 specie di mammiferi di grossa taglia estinte in meno di un millennio in Nord America, seguite da un numero ancora maggiore in Sud America. Fra queste, scomparve anche il cavallo, che verrà reintrodotta dagli spagnoli alcuni millenni più tardi. Cos'era successo?

Si è sempre pensato che questo evento catastrofico fosse legato al cambiamento climatico, che i bestioni delle praterie americane avessero sofferto in qualche modo il rapido innalzamento delle temperature. Ma i conti non tornavano. Dato che la fase interglaciale interessava tutto il pianeta, perché in altri continenti, come l'Africa, non vi era segno di un'analogica estinzione? Perché solo nelle Americhe? E perché solo i grandi mammiferi ne risentirono? Perché nelle fasi interglaciali precedenti non vi era stato alcun segno di tali catastrofi? E perché così istantaneamente?

Già nel 1860 il paleontologo Richard Owen, e poi nel 1911 Alfred R. Wallace, avevano intuito che il clima non poteva essere il solo colpevole di questa misteriosa scomparsa. C'era dell'altro. Doveva esserci anche lo zampino della specie umana, la specie che non c'era, il mammifero perturbatore. Dobbiamo alla tenacia del paleontologo Paul Martin la conferma di questa ipotesi antropica circa le cause dello sterminio pleistocenico dei grandi mammiferi americani e australiani.

Alla fine del Pleistocene gli abili e veloci cacciatori sapiens scesero rapidamente lungo i corridoi liberi dai ghiacci e in alcuni secoli avanzarono fino al Messico. Forse non era la prima invasione umana del continente, ma questa volta la loro penetrazione, alimentata dalla disponibilità pressoché infinita di prede e da habitat ospitali, giunse ben presto fino alla punta del continente meridionale, accompagnata da una notevole crescita demografica in molti territori. L'equilibrio che regola solitamente i rapporti fra cacciatori e prede non venne più rispettato: i sapiens pensarono di avere di fronte un eden naturale indefinitamente prolifico e non diedero limiti alla loro sistematica mattanza; i poveri mastodonti, forse già provati dalla forte instabilità climatica ed ecologica, non fecero in tempo ad apprestare alcuna strategia difensiva. Fu così che gli uomini di Clovis, 11.500 anni fa, organizzarono il più grande banchetto della storia naturale di Homo sapiens.

L'impatto della specie umana sul pianeta ha lasciato dunque il segno della devastazione fin dai suoi esordi.

Dove sono passati esseri umani la comunità ecologica è rimasta stravolta. Nessun ecosistema, nemmeno il più inospitale e resistente, ha retto a lungo la presenza umana senza subire trasformazioni radicali.

In Africa, dove la lunga convivenza fra i grandi mammiferi e gli ominini aveva creato le condizioni per una coesistenza sostenibile e una coevoluzione fra cacciatori e prede, non si assiste a un'estinzione improvvisa delle megafaune. In Europa i gruppi di H. heidelbergensis e di H. neanderthalensis, che già erano abili cacciatori, non producono alcuna estinzione di massa fra i grandi animali e sarà necessario attendere proprio l'arrivo degli uomini di Cro-Magnon, 45mila anni fa, per registrare una forte flessione della megafauna.

In Australia invece le datazioni dell'estinzione dei grandi marsupiali coincidono con l'arrivo dei primi rappresentanti della nostra specie. Pure nelle Americhe del Quaternario ci sono pochi dubbi sul colpevole: il segno del passaggio di sapiens è un'estinzione totale dei grandi mammiferi. Ce li siamo mangiati fino all'ultimo. Solo i grossi erbivori provenienti dall'Asia, che avevano seguito il nostro stesso percorso e la cui convivenza con noi aveva abituato alla diffidenza e al sospetto, riusciranno a resistere. Il continente verrà dunque ereditato dal bue muschiato, dal bisonte e dall'alce, cioè dai grandi mammiferi che erano già sopravvissuti una volta all'impatto dell'umanità un milione di anni prima.

La specie catastrofica siamo noi. E il mondo è un'eterna frontiera da spostare sempre più in là.

L'intuizione dei lillipuziani

Nell'evoluzione della vita vi è una forte asimmetria temporale fra creazione e distruzione. Quando trattiamo di sistemi viventi assistiamo a una spiccata sproporzione fra la quantità di tempo necessaria per la creazione di nuove forme (nell'ordine delle centinaia di migliaia di anni nei casi più rapidi) e la quantità di tempo sufficiente per distruggerle (nell'ordine di pochi mesi o di pochi anni in natura, di qualche minuto nella società tecnologica contemporanea). Un lento processo di costruzione può essere facilmente vanificato nell'arco di pochi "attimi" del tempo geologico. Parliamo in questo caso di "catastrofe".

Il modello di una distruzione biologica istantanea, di origine antropica, che dominava il nostro immaginario da alcuni decenni era quello derivante da un conflitto atomico generalizzato, tanto che lo scenario del *day after*, del cosiddetto "inverno nucleare", prevaleva fra tutti gli incubi tecnologici possibili. Dopo la tragedia dell'11 settembre 2001 la ribalta è stata altresì occupata dalle guerre batteriologiche e dalla minaccia di pandemie scatenate da gruppi terroristici. Da alcuni anni, grazie allo studio di un sempre più folto gruppo di scienziati delle più diverse discipline, il repertorio dei grandi scenari catastrofici si è allargato all'intera storia naturale e al tempo profondo della vita, comprendendo

alcuni episodi cruciali dell'evoluzione del nostro pianeta: le cosiddette *estinzioni di massa*, cioè ecatombi globali sotto il cui impeto caddero intere classi e generi della tassonomia terrestre. Non è un caso che, negli anni Novanta, l'accorta cinematografia hollywoodiana abbia tratto ampiamente spunto da queste teorie per una serie di sceneggiature catastrofiche di grande successo.

In realtà, la prima teoria catastrofista della storia della Terra venne introdotta nel Seicento già dal successore di Newton alla cattedra di matematica a Cambridge, William Whiston. Il *deus ex machina* dei grandi "salti" della creazione del mondo dovevano essere state a suo avviso le comete, da sempre oggetto di influenti superstizioni e interpretate come annunci di sventure e di disastri. Egli presentò la teoria degli impatti cometali secondo i più rigidi canoni newtoniani, ottenendo per questo una particolare menzione anche da John Locke alcuni decenni dopo la pubblicazione.

La teoria di Whiston fu invece oggetto della sagace ironia di Jonathan Swift che, ne *I viaggi di Gulliver*, immagina i lillipuziani in preda a un'insana fobia per le comete. Nel 1862 era stata avvistata e studiata da Edmund Halley una cometa di medie dimensioni, preceduta nel 1680 dal passaggio di un corpo cometale ancor più luminoso e veloce. L'opera di Whiston, che assecondava lo spirito millenaristico inglese dell'epoca, fu accolta prima favorevolmente (dal maestro Newton, soprattutto), poi rinnegata dalla comunità scientifica che ne fece un esempio di pseudoscienza. La stroncatura

finale, nel 1830, avvenne per mano di Charles Lyell, il maggiore teorico dell'uniformitarismo gradualista nonché maestro di Darwin.

L'idea di fondo del catastrofismo seicentesco era che l'essenziale stabilità della natura (il "tempo normale") potesse essere rotta soltanto da episodi rari e di portata del tutto inusitata, eventi colossali di distruzione e di successiva ricostituzione della vita che punteggiano un oceano di stabilità. La paleontologia, dalla sua nascita come disciplina, è sempre stata al corrente dell'esistenza di avvenimenti catastrofici passati, tanto da utilizzarli come spartiacque fondamentali fra le principali ere del tempo geologico: l'estinzione del Permiano, che distrusse circa la metà delle classi di invertebrati, segna la soglia fra Paleozoico e Mesozoico; l'estinzione della fine del Cretaceo, che spazzò via il 38% dei generi di animali marini (oltre ai dinosauri non aviani), segna il passaggio dal Mesozoico al Cenozoico.

Alla fine del Settecento, studiando proprio gli scheletri di alcuni grandi mammiferi estintisi nelle Americhe come il *megatherium*, il paleontologo francese Georges Cuvier interpretò le estinzioni come grandi catastrofi di origine divina che conducono alla scomparsa (per diluvio) di moltissime specie in poco tempo.

L'interpretazione darwiniana delle estinzioni, al contrario, non si discostava molto dal gradualismo del maestro di Darwin, Charles Lyell: era ammessa la possibilità di estinzioni su vasta scala, ma la loro dinamica era ricondotta a quella di un normale

meccanismo selettivo. Non si trattava di eventi “singolari”, ma di accelerazioni dovute alle variazioni della pressione selettiva. In caso contrario, si sarebbe invocata l’inaffidabilità dei dati paleontologici. Quanto all’estinzione come fenomeno generale Darwin, opponendosi fermamente alla teoria catastrofista di Cuvier, ritenne che essa fosse ancor più lenta e graduale della divergenza di una specie nuova. La causa dell’estinzione doveva essere la sconfitta nella competizione per le risorse: una specie scalza l’altra nella lotta per la sopravvivenza.

Così si pensò che, fatte le debite misurazioni, l’incidenza numerica delle estinzioni di massa non fosse sufficiente per considerarle episodi eccezionali: gli apici di scomparsa di individui non furono ritenuti incompatibili con l’azione della selezione naturale e si presuppose l’esistenza di lunghi periodi di preparazione lenta e graduale all’estinzione. La più sofisticata fra le argomentazioni di questo secondo tipo fu quella di chi ipotizzò che l’estinzione fosse un fenomeno “virtuale” o comunque solo passivo: si sarebbe trattato, in sostanza, di un calo improvviso del tasso di speciazione e non dell’“uccisione” effettiva di specie. Alla fine, l’intuizione degli abitanti di Lilliput fu lasciata cadere.

I buchi neri della storia naturale

Ben presto, tuttavia, anche i piani alti della paleontologia anglosassone dovettero cominciare ad accettare il fatto che le estinzioni di massa

corrispondevano a ecatombi effettive fra le specie di ogni ordine e grado. Nel 1985, in un grande convegno internazionale di paleontologia dedicato al tema delle estinzioni di massa, la maggioranza degli scienziati, di fronte a prove empiriche crescenti, convenne sul fatto che le estinzioni erano episodi reali di soppressione simultanea delle forme viventi sulla Terra. La conclusione comune dei lavori, confutando la visione classica della Sintesi Moderna, fu che le estinzioni sono effettivamente fratture irreversibili e imprevedibili dell'evoluzione, non i culmini di tendenze evolutive consolidate in precedenza.

La strategia gradualista di sottovalutare la portata quantitativa delle estinzioni di massa fu messa brillantemente in discussione da un gruppo di paleontologi del Field Museum di Chicago, guidati da David M. Raup. La sua stima della portata dell'estinzione del Permiano, avvenuta 251 milioni di anni fa, non lasciò adito a dubbi. I dati a disposizione indicarono la scomparsa del 52% delle famiglie di organismi marini. Raup considerò il comportamento di alcune "aree tassonomiche medie" e calcolò che per determinare la scomparsa del 52% delle famiglie è necessaria mediamente l'estinzione del 96% delle specie al loro interno, una cifra altissima. Fra Paleozoico e Mesozoico la vita fu a un passo dall'estinzione totale.

Il nodo concettuale che risaltò dai calcoli di Raup fu che sulla scorta di questi indici di estinzione non possiamo fondare alcuna argomentazione centrata sulla

“selezione” o su criteri di priorità fra più adatti e meno adatti: un'estinzione con una media del 96% non può avere una selettività stringente. In un'estinzione di tali proporzioni non sopravvive il più adatto, semmai il più opportunista e flessibile, o il più fortunato: è una convulsione spasmodica della natura che colpisce alla cieca. Le vittime non hanno responsabilità. Molte specie, come i trilobiti, si ritrovarono semplicemente nel punto sbagliato al momento sbagliato.

Anche se la stima di Raup era approssimata all'eccesso (stime più prudenti parlano oggi di un 80%), capiamo che l'estinzione di massa è come un grande incendio che di tanto in tanto spazza via a caso gran parte della foresta della vita, creando nuove opportunità per i pochi e fortunati sopravvissuti. Gli studiosi, grazie soprattutto alle banche dati compilate da Jack Sepkoski, allargarono quindi il loro modello statistico alle varie estinzioni conosciute: ne isolarono cinque più importanti (nel gergo paleontologico, le famose “Big Five”) e analizzarono molte estinzioni minori o “estinzioni di sfondo”, secondo la definizione del paleontologo David Jablonski. Il risultato fu che le estinzioni principali si stagliano inequivocabilmente come punti di singolarità nel corso dell'evoluzione, allo stesso modo in cui un uragano è un fenomeno atmosferico diverso da una violenta tempesta.

In virtù di quattro indici quantitativi coincidenti, le estinzioni di massa sono considerate oggi come fratture improvvise nella storia evolutiva, come deragliamenti

dal binario dell'evoluzione "normale": esse sono più frequenti, più rapide, più profonde (per numero di individui eliminati) e più insolite (per gli effetti rispetto al quadro che si ha in tempi normali) di quanto non si fosse mai sospettato.

E se i lillipuziani di Swift, terrorizzati dalle comete, avessero avuto ragione?

Dinosauri e mammiferi: una storia troppo perfetta per essere vera

Il dibattito sui fattori che potrebbero aver scatenato le estinzioni di massa ha attraversato tutta la storia della paleontologia del Novecento e non si è ancora risolto. La tendenza dominante di geologi e paleontologi è stata quella di privilegiare cause endogene gradualistiche il cui corso fosse prevedibile anziché cause esogene ritenute non necessarie e non padroneggiabili alla luce dei principi causali validi nei tempi presenti. Secondo questa interpretazione tradizionale, le estinzioni sarebbero causate da fattori climatici, o affini, la cui azione si dispiegherebbe cumulativamente nell'ordine dei milioni di anni. Il criterio metodologico imponeva, infatti, cause endogene (dovute a meccanismi terrestri) e ad azione graduale. A sostegno di questa interpretazione ci fu per molti anni il fatto che i sostenitori di ogni altra spiegazione, centrata su cause esogene (di origine extraterrestre), non erano in grado di esibire valide prove empiriche a conferma.

La situazione mutò alla fine degli anni Settanta. Il caso senza dubbio più popolare di discussione fu l'estinzione dei dinosauri non aviani (un piccolo gruppo di dinosauri sopravvisse e diede origine agli uccelli attuali), avvenuta intorno a 65 milioni di anni fa fra Cretaceo e Paleocene. L'indebolimento delle ipotesi endogeniste cominciò quando si scoprì che l'estinzione del Cretaceo non riguardava soltanto i dinosauri: si trattò infatti di un'estinzione su vasta scala che portò, fra l'altro, alla scomparsa di quasi la metà delle classi di organismi marini esistenti. Il bilancio dell'estinzione era molto più grave e globale.

Questa scoperta ebbe l'effetto di liberare il campo da una moltitudine di bizzarre ipotesi sulla presunta inadeguatezza dei dinosauri. Vuoi per la lentezza, vuoi per la pesantezza nei movimenti, vuoi per un fenomeno di sterilità collettiva, vuoi per lo scarso volume cerebrale, la ricerca sull'estinzione dei dinosauri si era dispersa in una selva di improbabili deduzioni circa la debolezza evolutiva e la "predestinazione" all'estinzione di questi animali. La favola "eroica" dei mammiferi, intelligenti e a sangue caldo, che portano all'estinzione i bestioni stupidi e a sangue freddo diede i primi segni di cedimento.

Ma la storia romanzesca di un gruppo un tempo felice imprigionato in un destino avverso conservava un fascino irresistibile. Fra le congetture più bizzarre, di solito all'insegna del sesso e della violenza, spiccarono la cosiddetta "teoria della funzione testicolare" del 1946,

secondo cui un aumento della temperatura globale alla fine del Cretaceo avrebbe reso impotenti i maschi dei grandi rettili, la “teoria dell’overdose” del 1983, secondo cui i dinosauri sarebbero stati massicciamente “drogati” dalla diffusione nell’atmosfera di sostanze psicoattive e tossiche liberate dalle angiosperme (le piante con i fiori la cui radiazione improvvisa è precedente alla scomparsa dei dinosauri), e la teoria della senescenza spontanea. Più seria sembrò invece l’ipotesi dell’anossia, per cui i dinosauri e tutti gli animali di medie e grandi dimensioni sarebbero lentamente soffocati a causa di una riduzione della percentuale di ossigeno atmosferico dovuta all’abbassamento del livello degli oceani, un fenomeno analogo a quello avvenuto durante l’estinzione del Permiano.

La dimensione planetaria e trasversale dell’estinzione del Cretaceo impose ben presto la ricerca di una teoria generale che la spiegasse nella sua dinamica globale. Cadde così la congettura secondo la quale i dinosauri sarebbero scomparsi a causa della serrata e crescente competizione con i mammiferi (allora prevalentemente roditori), piccoli e agili, pelosi e a sangue caldo, in grado di saccheggiare le loro uova succose. Perché i mammiferi avrebbero dovuto estinguere anche il plancton oceanico?

Paleontologi come Robert T. Bakker della Harvard University e Mark Nurrell dell’American Museum of Natural History di New York, fra i maggiori esperti di dinosauri e responsabili della loro rivalutazione nella

seconda metà degli anni Ottanta, convinsero la platea scientifica mondiale che i dinosauri, anziché rettili in declino, erano un fiorente gruppo di animali omeotermi che diede peraltro origine alla classe degli uccelli attuali. Lungi dall'essere quei pachidermi stupidi e goffi dipinti nei decenni precedenti, i dinosauri si rivelarono animali ben adattati a molte nicchie ambientali terrestri e con comportamenti sociali elaborati. E allora ritorna la domanda che è sorta a proposito di Neanderthal: se erano così in gamba, perché si sono estinti?

Per spiegarne l'estinzione, i paleontologi abbandonarono la ricerca di presunte inadeguatezze funzionali dei dinosauri o di agguerriti competitori responsabili della loro fine e spostarono l'attenzione sulle condizioni di "salute" della Terra verso la fine del Cretaceo. Alcuni eventi geologici planetari erano senza dubbio in correlazione con l'estinzione. Il livello del mare calò costantemente nella seconda metà del Cretaceo, abbassando la temperatura media della Terra e prosciugando le piattaforme continentali a fondale basso in cui si concentrava la maggior parte degli invertebrati marini. Il clima più freddo portò quindi a un declino parallelo dei dinosauri (che all'epoca dell'estinzione non erano al massimo della loro espansione, anzi avevano già subito una graduale riduzione delle specie) e di moltissimi invertebrati marini di acqua bassa (le ammoniti, in particolare).

La fase saliente della biosfera appena prima dell'estinzione planetaria era quella tipica di una

sofferenza ecologica generalizzata: si trattava probabilmente di una fase “critica” in cui molti gruppi, per cause di tipo climatico o geologico, mostravano una certa vulnerabilità ed erano già state indebolite da “un primo colpo” inferto alla diversità originaria e alle dimensioni medie delle loro popolazioni.

Eppure, secondo una parte dei ricercatori interessati, doveva essere successo qualcosa di molto più drammatico per infliggere il “colpo di grazia” a questi generi in difficoltà e per annichilire in pochissimo tempo una percentuale così alta del plancton oceanico (non direttamente danneggiato dall’abbassamento del livello dei mari). In un battito di ciglia del tempo geologico furono sterminati interi gruppi di organismi, in tutti gli habitat naturali e non solo sui continenti “raffreddati”. Serviva una causa concomitante e scatenante, valida su scala globale. Fu così che qualcuno cominciò a guardare verso il cielo...

Per Toutatis, il cielo ci cade sulla testa!

Non sono soltanto i laputiani incontrati da Gulliver a temere la vendetta dal cielo. Anche i prodi galli del villaggio di Asterix e Obelix, che pure sfidano gli smisurati eserciti di Giulio Cesare, retrocedono spaventati dinanzi alla minaccia che il cielo cada loro sulla testa. La pozione magica di Panoramix non può nulla contro l’ira degli dei e quando il cielo si infuria al capo del villaggio Abraracourcix non resta che invocare il dio celtico Toutatis. L’idea che il cielo potesse essere

caduto sulla testa dei dinosauri venne ad alcuni ricercatori della Facoltà di Fisica di Berkeley guidati da Luis e Walter Alvarez, impegnati allora in ricerche del tutto differenti, cioè la misurazione della quantità di iridio depositatosi nella varie ere della Terra a causa della caduta di meteoriti e asteroidi, al fine di poter calcolare di conseguenza la velocità di deposizione dei sedimenti.

L'iridio è un metallo pesante, raro e poco reattivo, del gruppo del platino, che non è presente nelle rocce autoctone della crosta terrestre. Può depositarsi in superficie solo attraverso l'impatto di corpi extraterrestri o attraverso violente eruzioni vulcaniche che espellono rocce fuse e polverizzate provenienti dagli strati profondi del mantello terrestre. Gli Alvarez nel 1979 fecero una scoperta interessante. La quantità di iridio depositatosi nelle rocce della fine del Cretaceo era di molte tacche al di sopra del livello normale, a concentrazioni inspiegabili sulla base delle valutazioni statistiche normali di impatti di meteoriti sulla Terra o di eruzioni vulcaniche concomitanti. Secondo gli accurati rilevamenti geochimici svolti in collaborazione con Frank Asaro e Helen Michael, gli altri metalli misurati in zone diverse della superficie terrestre presentavano invece un comportamento normale. L'iridio, trovato originariamente in una località dell'Italia centrale e in Danimarca, fu poi rinvenuto, nelle medesime quantità e agli stessi livelli stratigrafici (corrispondenti a 65 milioni di anni fa), in rocce del Nord America e dell'Atlantico.

La prima spiegazione fu cercata nei ritmi di deposizione, che però non potevano giustificare concentrazioni trenta volte superiori al normale. Si passò presto a spiegazioni esogene, dapprima pensando all'esplosione di una supernova vicina. In un secondo tempo, dopo varie ricerche sulla quantità di iridio presente negli oggetti vaganti del sistema solare e sul numero di "oggetti Apollo" esistenti, cioè gli asteroidi che intersecano l'orbita terrestre, si ipotizzò che l'iridio fosse stato distribuito sulla Terra da un asteroide di grandi dimensioni (circa dieci chilometri di diametro), il cui impatto sul suolo avrebbe creato un cratere di centocinquanta chilometri di diametro, inondando l'atmosfera di polveri contenenti la quantità di iridio prevista.

A conferma della teoria dell'impatto extraterrestre giunsero altri rilevamenti geologici sul periodo del tardo Cretaceo corrispondente all'estinzione: altri isotopi rari, sferule vetrose prodotte da fusione improvvisa e frammenti di silice prodotti solo ad alte pressioni furono interpretati come ulteriori "tracce" della collisione. Alcuni geologi e geografi, basandosi su osservazioni da satelliti, ritennero di aver identificato nell'enorme cratere di Chicxulub, sulla costa settentrionale della penisola dello Yucatàn in Messico, il punto di impatto dell'asteroide o del frammento di cometa.

Grazie a queste ipotesi esogene, il destino della vita sulla Terra fu connesso all'evoluzione dell'intero cosmo. L'estinzione dei dinosauri e il nostro conseguente

successo sono effetti lontani e imprevedibili delle oscillazioni del sistema solare sul piano galattico. Siamo dunque, letteralmente, i figli di una cometa. Dai calcoli degli Alvarez l'oscuramento del pianeta avrebbe infatti interrotto la fotosintesi per mesi e anni, portando all'estinzione il plancton fotosintetico oceanico, il cui ciclo vitale si completa in alcune settimane, e al crollo della catena alimentare dei mari. Il sistema trofico terrestre avrebbe subito il medesimo destino, con l'estinzione progressiva dei dinosauri erbivori e la conseguente interruzione della catena alimentare dei carnivori. Solo le grandi piante terrestri, i cui semi possono avere lunghi periodi di quiescenza nel sottosuolo, e i piccoli "ratti del Mesozoico", come Alfred Romer definì i mammiferi, grazie alle esigenze alimentari più modeste e alla flessibilità nella regolazione della temperatura corporea, sarebbero sopravvissuti dopo l'oscuramento. Il killer dei dinosauri non aviano era venuto davvero dal cielo, spalancando le porte alla nostra evoluzione.

Nel 1989 gli astronomi scoprirono nel firmamento un grosso asteroide che intersecava da vicino l'orbita della Terra e lo chiamarono proprio Toutatis, in onore degli antenati galli. Nel settembre 2004 passò piuttosto vicino alla nostra atmosfera, ma anche per quella volta non colpì la Terra. Altri simili "oggetti Apollo" vagano nelle nostre vicinanze ma, secondo i calcoli, il cielo non dovrebbe caderci sulla testa nei prossimi due secoli. Comunque, non ci siamo scelti un pianeta sicuro...

La danza degli estinti e dei sopravvissuti

Le estinzioni di massa sono quindi cambiamenti improvvisi delle regole del gioco evolutivo. Sono l'incubo degli allibratori: nessuno avrebbe scommesso un boccale di birra sulla fine imminente dei dinosauri e sul trionfo dei ratti del Mesozoico. Una folata di vento scompiglia le carte e bisogna ricominciare da capo, con nuove regole. Gli adatti di prima diventano i disadatti del futuro. Gli emarginati di prima diventano i dominatori. Le estinzioni di massa inoltre selezionano favorevolmente gli organismi più disponibili agli exaptation, più flessibili. Viceversa, l'adattamento forte a una nicchia ecologica ristretta è direttamente proporzionale alla probabilità dell'estinzione. Più sarete specializzati a un ambiente circoscritto, più vi troverete in cima alla lista nera della prossima estinzione, perché meno pronti a reagire al cambiamento.

La sopravvivenza alla catastrofe dei mammiferi placentari (meno dei marsupiali che si estinsero al 70%) deve aver avuto qualche legame causale con le loro piccole dimensioni, con la loro dieta, con la vita notturna e con la regolazione termica, cioè con tratti morfologici e strutturali indipendenti dalle regole differenti della nuova biosfera terrestre dopo l'impatto della cometa. La cometa killer fu la grande occasione insperata per i mammiferi, che si ritrovarono in eredità un mondo intero a completa disposizione. Non a caso, dopo l'evento catastrofico di 65 milioni di anni fa dai vari ceppi dei ratti del Mesozoico (già un po' diversificati al

loro interno) spunterà una panoplia di forme viventi diversissime, con crescita delle dimensioni e occupazione di quasi tutte le nicchie di terra, di aria e di mare. Questo spumeggiante periodo di innovazioni, di exaptation e di speciazioni darà i natali ad animali morfologicamente diversissimi come elefanti, lamantini, balene, delfini, maiali, pipistrelli e, non ultimi, primati (tra i quali il piccolo *Purgatorius* da cui tutta la nostra storia cominciò, e così il cerchio si chiude).

Sorprendentemente, gli stessi dinosauri potrebbero essere stati favoriti da un precedente cambiamento di regole ecologiche. Lo studioso di vertebrati terrestri antichi e grande esperto di estinzioni di massa, Mike Benton, analizzando l'evoluzione dei rettili del primo Triassico è giunto alla conclusione che la radiazione adattativa dei dinosauri venne subito dopo la riduzione drastica dei rincosauri, la famiglia dominante di rettili del Triassico. Anche gli estinti erano stati un tempo i "sopravvissuti". E anche i rincosauri, nonostante il nome, non erano poi così tonti. Comunque sia, se una perturbazione gravitazionale avesse deviato di un milionesimo di grado la traiettoria della cometa killer, non ci sarebbe stato nessun impatto e prima o poi un professor dinosauro avrebbe scritto un libro dimostrando l'ineluttabilità del progresso e del successo dei grandi rettili.

Noi, i "sopravvissuti" del momento, dovremmo allora riflettere su un tale destino. Gli effetti dell'impatto di 65 milioni di anni fa furono assimilabili a quelli di un lungo

inverno nucleare: non è un caso che proprio dal modello di Alvarez per l'estinzione dei dinosauri non aviani siano nate le ricerche sui modelli della vita sulla Terra dopo una guerra nucleare. Il grande astronomo e divulgatore Carl Sagan fu stimolato, insieme ad alcuni colleghi, alla costruzione di un modello delle conseguenze climatiche dell'olocausto atomico proprio da una conferenza di Alvarez del 1982 in cui il fisico di Berkeley confrontò i dati sull'impatto dell'asteroide o dello sciame cometale con gli effetti dell'esplosione incrociata di ordigni nucleari in Europa, America settentrionale e Unione Sovietica. L'immissione di polveri nell'atmosfera e l'abbassamento della temperatura planetaria sarebbero stati pressoché equivalenti.

È davvero sconvolgente pensare che lo stesso fenomeno drammatico che ha interrotto il dominio dei dinosauri non aviani sulla Terra, permettendo ai mammiferi e al piccolo primate *Purgatorius* di diversificarsi fino alla nascita del cespuglio degli ominini, possa oggi essere riprodotto da una sola specie in possesso di armi di distruzione di massa senza precedenti. Le estinzioni di massa investono allora direttamente il ruolo evolutivo di *Homo sapiens*: l'erede fortunato di una catastrofe planetaria ha sviluppato oggi strumenti tecnologici così potenti da ricreare le condizioni per un'estinzione globale delle stesse dimensioni. L'erede di un'estinzione (per di più sopravvissuto 73mila anni fa, come abbiamo visto, alla

super-eruzione catastrofica del Toba) è oggi un agente potenziale dell'estinzione propria e dell'estinzione della maggior parte delle specie viventi che gli sono vicine. Nell'evenienza atroce di un inverno nucleare – la cui probabilità non è affatto diminuita nello scenario geopolitico multipolare in cui viviamo – *Homo sapiens* decreterebbe la propria fine, raggiungerebbe i dinosauri non aviani nel regno eterno dei fossili e i suoi eredi sulla Terra, probabilmente scorpioni o scarafaggi, riderebbero di questa specie tanto evoluta e tanto stupida da suicidarsi. La prima specie, peraltro, ad auto-nominarsi “*sapiens*”.

Una cartolina dalla civiltà degli scorpioni

La storia naturale insegna dunque che un'estinzione meramente distruttiva (dal nostro punto di vista) potrebbe comunque offrire ai sopravvissuti uno scenario favorevole. Sarebbe la grande occasione per qualcun altro: noi sopravvissuti ci uniremmo all'albo degli estinti e affideremo la Terra ad altri. Insetti e graminacee tollerano infatti dosi di radiazioni che ucciderebbero all'istante un mammifero. L'estinzione sarebbe davvero capricciosa ed exattativa, perché darebbe un vantaggio enorme agli animali del sottosuolo e acquatici. Gli insetti e gli aracnidi sono immuni alle radiazioni non per selezione naturale, giacché i livelli di radioattività sulla Terra sono stati sempre più bassi di quelli attuali ed è difficile pensare che si siano preparati per una guerra nucleare.

Dando libero sfogo a un comportamento così sconsiderato, la specie umana sferrerebbe davvero un colpo durissimo all'ecosistema globale. Eppure, nemmeno la massima performance distruttiva umana non esaurirebbe il potenziale vitale della Terra. L'estinzione di massa causata dall'uomo sarebbe un danno irreversibile, un'offesa irrevocabile al pianeta, ma non significherebbe la fine della vita *tout court*, che invece continuerebbe sotto altre forme. Nulla sarebbe più come prima, ma lo show della vita andrebbe avanti comunque. Probabilmente dopo il nostro botto suicida la natura esplorerebbe altre strade, produrrebbe una nuova radiazione adattativa, favorendo esseri come gli scorpioni che possono convivere con livelli altissimi di radioattività. Essi avrebbero la possibilità di evolversi verso forme nuove e di diversificarsi, proprio come i mammiferi dopo la fine dei dinosauri non aviani e come i dinosauri dopo la fine dei rincosauri. La staffetta dell'evoluzione passerebbe a insetti e aracnidi. Con un pizzico di fantasia horror possiamo immaginare un futuro dominato da tecnologie e da civiltà "scorpioniche", in un pianeta radioattivo che sorriderà sarcastico di una specie chiamata ironicamente *Homo sapiens* ed estintasi per propria stessa mano alcuni milioni di anni prima.

Da qualche anno il tema dell'estinzione antropica ha assunto, sulle maggiori riviste scientifiche internazionali (quasi ignorate dai mass media), nuovi e se possibile ancor più drammatici connotati. Non è infatti necessario

ricorrere allo scenario catastrofico, ma pur sempre ipotetico, di un inverno nucleare. Alcuni paleontologi, come Stephen Donovan, da tempo hanno preferito alla ricerca di un'unica causa per tutte le dinamiche contingenti di estinzioni di massa l'individuazione di una molteplicità di cause specifiche (e talvolta concomitanti): riduzioni di habitat, regressione degli oceani, impatti extraterrestri, raffreddamenti globali, grandi eruzioni vulcaniche. Non solo, dal 2008 alcune ricerche hanno mostrato che tutte le estinzioni di massa, pur avendo cause ecologiche differenti, presentano tre caratteristiche comuni: il clima cambia in modo accelerato; la composizione dell'atmosfera viene alterata; e alle due precedenti condizioni si somma uno stress ecologico improvviso. Il risultato è “la tempesta perfetta”, come è stata metaforicamente indicata questa congiuntura improbabile ma non impossibile di sfortune.

L'estinzione di massa sarebbe dunque il superamento di una soglia critica. Questo significa che, anche senza l'intervento di una cometa come *deus ex machina*, un accumulo di perturbazioni ambientali può dare origine a improvvise ondate di estinzione e a ricombinazioni radicali degli habitat. Ebbene, gli articoli dal 2008 in poi si concludono sempre con una domanda: le tre condizioni della tempesta perfetta non ci ricordano qualcosa? Gas serra in atmosfera, clima che cambia più velocemente, uno stress ecologico su larga scala che si somma alle due condizioni precedenti e riduce

drasticamente la biodiversità: è proprio ciò che sta accadendo adesso, nell'Antropocene.

Il modello delle estinzioni di massa appare in tutta la sua paradossale attualità, quindi, se rovesciamo la prospettiva di osservazione. Anche volendo escludere per il momento l'eventualità funesta di un olocausto nucleare o di una guerra batteriologica, dal punto di vista di tutte le altre specie che vivono oggi sulla Terra *Homo sapiens* è già l'incarnazione di un'estinzione di massa. È come la cometa per i lillipuziani, come il cielo minaccioso per gli irriducibili Galli. I tassi di estinzione registrati dopo la rivoluzione agricola e la rivoluzione tecnologica umane, anche usando le stime più prudenti, si avvicinano a quelli tipici dei periodi di estinzione in massa. Anche in questo caso le vittime non hanno alcuna responsabilità, e in più c'è una grossa differenza: il fattore che ha scatenato l'estinzione non è propriamente casuale, è (o dovrebbe essere) "intelligente". Siamo noi.

La Sesta Estinzione: stiamo spolpando il pianeta

Si calcola che dall'esordio della vita pluricellulare a oggi siano vissute sulla Terra quasi trenta miliardi di specie. Nell'Olocene, la fase geologica a cui noi apparteniamo, la biodiversità ha raggiunto il suo picco massimo in termini di numero di specie. L'evoluzione ha fatto bene il suo mestiere, finché non siamo arrivati noi. Fra estinzioni di sfondo ed estinzioni di massa ne sono rimaste attualmente circa 10-15 milioni, benché le stime siano ancora molto incerte. Con una certa

approssimazione, possiamo comunque dire che un buon 99% di tutta la vita apparsa sulla Terra si sia già estinta. Nonostante ciò, gli esseri viventi hanno dimostrato di essere molto resistenti e di adattarsi a condizioni ambientali di ogni genere: i batteri “estremofili” sono in grado di sopravvivere a temperature e densità altissime, come nelle bocche vulcaniche sul fondo degli oceani.

Questo quadro, negli ultimi millenni e in particolare negli ultimi due secoli, è stato irreversibilmente compromesso e la biodiversità è oggi in calo verticale. Alla lista dei fattori globali che alterano la geo-fisiologia del pianeta dobbiamo aggiungere un nome nuovo: *Homo sapiens*. Prima ne hanno fatto le spese, indirettamente, i nostri cugini Neanderthal in Europa, i denisoviani in Asia e *Homo floresiensis* in Indonesia. Poi la mano dei cacciatori umani si è posata sui grandi mammiferi americani e australiani. Infine, la rivoluzione planetaria rappresentata dall'introduzione dell'agricoltura e lo sviluppo economico contemporaneo hanno sconvolto radicalmente la composizione dei principali habitat terrestri su larga scala, riproducendo gli stessi effetti che per tutti i periodi precedenti del tempo geologico erano stati principalmente i risultati del cambiamento climatico o delle visite saltuarie di qualche asteroide o di colossali eruzioni vulcaniche.

Le stime più moderate, provenienti dai più autorevoli istituti di ricerca internazionali, parlano di 30.000 specie estinte ogni anno a causa delle attività umane, un tasso di estinzione migliaia di volte superiore al normale e

paragonabile a quello delle cinque più devastanti estinzioni di massa. Secondo i calcoli del gruppo di Anthony Barnosky, pubblicati su “Nature” nel 2011 e successivamente aggiornati (in negativo), negli ultimi cinque secoli le stime di estinzione vanno dal 22% per i mammiferi al 47-56% per gasteropodi e bivalvi, passando per cifre non meno drammatiche per anfibi e rettili (più del 30%).

La sola erosione delle foreste tropicali, dove si concentra più della metà della biodiversità totale, contribuisce all'estinzione di decine di migliaia di specie ogni anno. La frammentazione degli habitat rende vulnerabili le specie più specializzate a nicchie ambientali ristrette, ma sappiamo che gli effetti a catena di tale perturbazione si manifestano inaspettatamente anche dopo centinaia di anni. Una sola specie, *Homo sapiens*, ha già fatto fuori un terzo di tutti gli altri esseri viventi sulla Terra, in mezzo millennio. Non era mai successo.

Secondo Barnosky, la tempesta perfetta umana presenta tassi di estinzione più alti rispetto a quelli misurati nel record fossile degli ultimi 600 milioni di anni. Se le minacce alla sopravvivenza delle specie non verranno mitigate, nel giro di pochi secoli supereremo la soglia di irreversibilità delle Big Five. Le cause peraltro sono note e ben quantificate. In futuro non potremo dire che non lo sapevamo. Non abbiamo alibi. Non c'è un unico fattore per l'estinzione antropica di massa. Cinque attività umane interagiscono simultaneamente, con

effetti moltiplicativi. In ordine decrescente di impatto, sono: la deforestazione e la frammentazione degli habitat (quasi tutti i grandi mammiferi hanno perso mediamente la metà del loro spazio geografico naturale); la diffusione di specie invasive a causa di commerci, trasporti e viaggi; il sovrappopolamento e la crescita demografica squilibrata; gli inquinamenti in tutte le loro forme, agricole e industriali; e infine la caccia e la pesca indiscriminate. Un cocktail micidiale e senza precedenti, al quale oggi si aggiunge un sesto fattore che interagisce negativamente con tutti gli altri cinque: il riscaldamento climatico di origine antropica (acidificazione degli oceani; sbiancamento delle barriere coralline; riduzione dei ghiacci e dei ghiacciai; spostamento delle fasce di vegetazione; etc.). I fattori poi si moltiplicheranno a vicenda, perché un pianeta con meno biodiversità, dominato da poche specie opportuniste e infestanti che hanno perso i loro predatori, è a sua volta più vulnerabile. Le specie di grandi dimensioni sono le più esposte e la loro scomparsa ha effetti a cascata sull'intera rete ecologica.

Potremmo chiederci, cinicamente: se la vita prospera nell'instabilità, perché preoccuparsi degli effetti perturbatori indotti dalle attività umane? Esse producono una frammentazione degli habitat, quindi estinzioni e nuove speciazioni, né più né meno che il solito gioco dell'evoluzione. Non è così: a differenza delle Big Five, questa estinzione di massa è troppo veloce per permettere agli ecosistemi di reagire. Il tasso di

estinzione non è in alcun modo bilanciato da quello di speciazione. Ma soprattutto noi dobbiamo chiederci se alla fine di questo processo figureremo fra i sopravvissuti o fra gli estinti. Questo è il punto, come per l'inverno nucleare: la nostra sopravvivenza, non quella della biosfera che se la cava comunque. L'impegno ecologista oggi, oltre che di difesa e di conservazione di specie che non abbiamo alcun diritto di sterminare, è un impegno umanista. Ne va del futuro delle prossime generazioni e quindi non c'è reale contraddizione tra eco-centrismo e antropocentrismo.

Dal punto di vista della biosfera e dell'immensa "esperienza" che le deriva dal tempo profondo dell'evoluzione, la somma di tutte le attività perturbative umane non è un granché. La biosfera ha prosperato a temperature anche più alte, con quantità maggiori di anidride carbonica nell'atmosfera, con il livello dei mari più alto e più basso. Per metà della sua storia ha vissuto addirittura senza ossigeno. Ma la resistenza della biosfera, benché forte, non è illimitata. Nella prospettiva del tempo profondo il problema non è la biosfera, il problema siamo noi.

Nell'estate del 2014 il team di ecologi di Stanford coordinati da Rodolfo Dirzo ha pubblicato su "Science" (non propriamente una rivista di militanza ecologista radicale) un aggiornamento dei dati sull'estinzione antropica, questa volta misurati non soltanto al livello grezzo del numero di specie, ma anche al livello più fino dell'abbondanza di popolazioni all'interno di ciascuna

specie. Risultato? Gli impatti umani sulla biodiversità animale sono diventati una forma di cambiamento ambientale globale che ben presto avrà ripercussioni sulla nostra salute. Il pianeta non è più lo stesso e i parametri peggiorano. 322 specie di vertebrati terrestri si sono estinte dal 1500 a oggi, altre centinaia sono in via di estinzione (circa un terzo del totale) e per tutte, mediamente, si assiste a un calo del 28% nelle popolazioni. Inaspettatamente, va ancora peggio per gli invertebrati, due terzi dei quali hanno subito un declino del 45% nella loro abbondanza negli ultimi 40 anni. Gli insetti, per noi icona di diversità e di resistenza, si associano al crollo: un terzo sono in calo; farfalle e falene sono diminuite del 35%; per api e coleotteri va anche peggio.

Perdiamo complessivamente ogni anno dalle 11.000 alle 58.000 specie, concentrate soprattutto nelle regioni tropicali. Il termine tecnico coniato per questo fenomeno è “de-faunazione dell’Antropocene”. Stiamo spolpando il pianeta, il che denota un atteggiamento di predatoria idiozia. Vediamo perché. Molti dicono: quelli ambientali sono interventi costosi e in tempi di crisi è irrealistico pensare di intervenire per salvare ogni creatura in pericolo e ripopolare foreste e savane. Il calcolo economico andrebbe però rivisto, poiché dalla biodiversità dipende la salute degli ecosistemi, e dagli ecosistemi derivano beni e servizi che sono essenziali per la nostra sopravvivenza oltretutto gratuiti (dispersione

dei semi, cicli dei nutrienti, fertilità dei suoli, decomposizione, qualità dell'acqua e dell'aria).

Un esempio fra tanti: il 75% delle colture alimentari del mondo dipende da insetti impollinatori. La sparizione di una popolazione di pipistrelli, predatori naturali degli insetti nocivi, può creare localmente danni economici enormi. In quanto mammiferi di grossa taglia, ci commuoviamo giustamente dinanzi all'estinzione di tigri, rinoceronti e panda, ma è la silenziosa moria degli invertebrati e delle microfaune invisibili a occhio nudo a doverci preoccupare ancor di più. Dai più carismatici come leoni ed elefanti (il cui tracollo procede a velocità drammatica) a una minuscola ranocchia (gli anfibi sono i più sensibili, con il 41% di specie minacciate), la perdita complessiva di animali altera la struttura e le funzioni degli ecosistemi dai quali dipende il nostro benessere. Intervenire dopo sarà molto più dispendioso. Quindi anche in una prospettiva meramente economicistica e liberistica, ci stiamo comportando da imprevidenti.

Il tempo profondo insegna che l'estinzione di massa dei dinosauri non aviani fu una straordinaria occasione per i mammiferi, che ereditarono il pianeta e si diversificarono in nuove forme, compresi i primati e fra loro *Homo sapiens*. Siamo i figli della fine del mondo degli altri. Ora rischiamo di creare le stesse condizioni critiche di allora. È un paradosso la cui soluzione è resa ardua da due ostacoli, uno politico e uno psicologico: la difficoltà di coordinamento e l'incapacità di lungimiranza. Una singola nazione può fare poco, se

quelle attorno non collaborano (o eleggono presidenti imbarazzanti). Le dinamiche ecologiche non rispettano i tempi stretti delle campagne elettorali e del consenso, ma potrebbero poi presentare il conto senza preavviso. Se non vogliamo lasciare il pianeta più povero di come lo abbiamo trovato, una buona pratica di salvaguardia messa in opera oggi darà i suoi frutti fra un paio di generazioni. Certo, non è facile investire denaro e prendere un impegno etico a favore di qualcuno che ancora non esiste, ma bisognerà armarsi di immaginazione e provarci. Tutto sommato, potrebbe essere un modo intelligente per differenziarci dai dinosauri.

Molti ecologi stanno cominciando a porsi una domanda inquietante riguardo alla relazione fra esseri umani e ambiente: e se lo sviluppo in quanto tale, per come è organizzato nei sistemi economici contemporanei, fosse di per sé “insostenibile”? In altri termini, può esistere uno sfruttamento “intelligente” delle risorse senza che le direttrici espansive dell’attuale economia capitalistica e predatoria, che garantisce la crescita solo al prezzo di insostenibili diseguaglianze, siano messe in discussione nei loro meccanismi più profondi?

Quando abbattiamo un pezzo di foresta amazzonica per ricavarne un po’ di legname da parquet stiamo non soltanto sottraendo agli indigeni e alle specie che vi abitano il loro futuro, ma stiamo letteralmente divorando il nostro stesso futuro. Inoltre, conosciamo soltanto una piccola parte della biodiversità, giacché le specie

attualmente classificate e studiate non sono più di due milioni. Quindi non soltanto stiamo portando all'estinzione una parte consistente della diversità biologica, la stessa che ha offerto cibo e sostanze medicinali all'umanità per migliaia di anni, ma lo stiamo facendo ancor prima di conoscerla. Sterminiamo qualcosa che nemmeno conosciamo.

In cima al cespuglio degli ominini, rimasti soli nell'ultimo miglio dell'evoluzione umana, l'Antropocene rappresenta quindi una soglia evolutiva inedita: per la prima volta, una specie biologica ha cominciato a sfruttare la terra intensivamente, ricavando risorse in sovrappiù che hanno permesso di infrangere il limite malthusiano di crescita della popolazione. La specie umana è passata da una dimensione di appartenenza e di dipendenza dagli ecosistemi a una dimensione di sfruttamento e di manipolazione degli ecosistemi.

Dai pochi milioni di cacciatori raccoglitori paleolitici, l'umanità ha raggiunto in una dozzina di millenni la cifra di sette miliardi di individui. Siamo così diventati un unico grande sistema planetario di sfruttamento delle risorse e di organizzazione economica, capace di alterare gli equilibri della biosfera nella sua interezza. Da solo, questo sistema economico consuma il 40% di tutta l'energia prodotta dalla Terra per il sostentamento della biodiversità. L'adattamento biologico cede il passo all'evoluzione culturale e tecnologica. Ma noi rimaniamo pur sempre il ramoscello di un cespuglio

africano di scimmie antropomorfe. Se estirpiamo direttamente questo ramoscello con un inverno nucleare, o se perdiamo tanti altri ramoscelli al punto che anche il nostro alla fine seccherà, allora sarà cancellato un esperimento di vita assai peculiare generato tra vari miliardi di altri rami: la nascita, attraverso la coscienza, di un virgulto che potesse scoprire la propria storia e apprezzarne l'unicità. Possiamo scommettere che la biosfera rimarrà del tutto indifferente alla nostra auto-soppressione. Ma il cordone ombelicale con la natura non è affatto reciso, poiché la nostra sopravvivenza è ancora affidata al tessuto di interdipendenze con l'ecosistema globale.

Per *Homo sapiens* dovremo quindi coniare una nuova categoria conservazionista, quella di un organismo che distrugge gli ambienti con cui viene in contatto al punto tale da mettere a repentaglio la sua stessa sopravvivenza. Non è una categoria molto onorevole. Si dice che l'alce irlandese (che poi non era alce e non era irlandese) si sia estinto anche a causa della crescita abnorme dei suoi palchi di corna: la selezione sessuale prese troppo il sopravvento sulla sopravvivenza ecologica. Sarà, ma l'alce irlandese non si era auto-proclamato *sapiens* e non si è accorto di estinguersi. Noi invece siamo la prima specie auto-minacciata e consapevole di esserlo.

Epilogo

Dichiarazione di interdipendenza

Io temo che *Homo sapiens* sia una cosa tanto piccola in un vasto universo, un evento evolutivo estremamente improbabile nell'ambito della contingenza evolutiva. Il lettore può prendere questa conclusione come gli pare. Alcuni troveranno questa prospettiva deprimente; io l'ho sempre considerata esaltante: una fonte insieme di libertà e di conseguente responsabilità morale.

Stephen J. Gould, 1989

La durata media della sopravvivenza di una specie animale sulla Terra si aggira intorno ai cinque milioni di anni. *Homo sapiens* ne ha compiuti appena 200.000. Quindi abbiamo trascorso il 4% dell'esistenza media che la natura concede a specie come la nostra. Se la vita di una specie fosse come la vita di un essere umano, noi avremmo da poco compiuto il terzo anno d'età. Agli occhi della biosfera *Homo sapiens* è quindi una specie bambina che ha cominciato appena a balbettare qualche parola ma che già procura danni irreparabili e scherza con il fuoco: un autentico monello. Saremo così previdenti da raggiungere l'età adulta?

Questa specie bambina si è rivelata prodigiosa nel conquistare gli spazi terrestri. Li ha sottomessi in una manciata di millenni. Da alcuni anni ha raggiunto anche l'orbita della Terra, fotografando il globo dall'esterno. Alcuni suoi fortunati e coraggiosi esponenti hanno raggiunto il nostro unico satellite e hanno visto sorgere

l'alba della Terra all'orizzonte lunare. La specie bambina ha già fatto esperienza della propria compiutezza territoriale, del proprio limite per ora invalicabile, del proprio isolamento cosmico. Ha lanciato Pioneer 10 ai confini del sistema solare. Ha deciso di costruire una stazione orbitante, abitata in modo permanente. Sta preparando la prima missione umana su Marte, il pianeta fratello lontano sei mesi di navigazione cosmica. Vagheggiamo di migrare su altri pianeti o di "terraformarli". Tuttavia, ci vorrà moltissimo tempo e la Terra rimane la sola oasi di vita che sappiamo abitare. Per ora non c'è un pianeta di ricambio e per moltissimo tempo non ci sarà.

Come abbiamo visto, scorgere nell'evoluzione un preannuncio della nostra futura venuta diventa molto difficile sulla base delle evidenze scientifiche in nostro possesso. Siamo un ramoscello alla periferia della biodiversità terrestre e il mondo ha funzionato per il 99,9% del suo tempo senza di noi. Non solo, in molte occasioni le cose avrebbero potuto girare diversamente e ora avrebbe potuto esserci al nostro posto un'altra specie dominante, magari una società di veloci e astuti *Velociraptor* a sangue tiepido intenta a dimostrare la propria superiorità evolutiva. Faremmo bene ad adottare una certa umiltà evolucionistica.

Oggi una specie biologica come tante altre, bipede e dotata di un grosso cervello, la cui anatomia è la stessa di quella degli uomini di Cro-Magnon da decine di migliaia di anni, è in possesso di strumenti tecnologici la

cui portata, creativa e distruttiva, non ha precedenti. Essi comprendono la possibilità dell'estinzione di massa di gran parte della biodiversità terrestre e, non ultimo, il suicidio della specie. Quali effetti potrà avere l'allargamento progressivo di questa forbice fra evoluzione culturale ed evoluzione biologica è difficile prevedere.

I primi anni del nuovo millennio hanno peraltro annunciato un'ulteriore svolta evolutiva le cui conseguenze sono difficilmente immaginabili. Grazie alla mappatura del genoma umano e di molte altre specie biologiche nonché allo sviluppo di sofisticate tecniche di ingegneria genetica e di editing genetico come CRISPR-Cas9, per la prima volta sulla Terra una specie biologica è capace di porre mano al proprio materiale genetico, di alterare i processi ereditari propri e di altre specie vegetali e animali. Tra qualche anno, con il *gene drive*, potremo programmare l'estinzione di specie che non vogliamo, come le zanzare portatrici di terribili malattie. In altre parole, ha fatto la sua comparsa nella storia naturale una specie in grado di modificare deliberatamente la propria e l'altrui identità biologica. Siamo diventati anche per questo un nuovo fattore evolutivo sulla Terra, il che richiede saggezza e buon senso.

Homo sedicente "*sapiens*" dovrà onorare fino in fondo l'aggettivo che Linneo gli attribuì nel 1758, altrimenti Pioneer 10, dalle sue distanze siderali, assisterà a un pessimo spettacolo sulla Terra. La biosfera continuerà

nel frattempo a osservare sbigottita questo mammifero di grossa taglia arrampicatosi fortunatamente in cima a un cespuglio lussureggiante di cugini ominini che ora, quasi pervicacemente, insiste nel tagliare il ramoscello su cui poggia.

La storia naturale di *Homo sapiens* non esclude l'idea di un progresso verso la diversità e non dice nulla riguardo al fatto, piuttosto inconfutabile, che oggi miliardi di persone vivano in condizioni migliori dei loro predecessori e con aspettative di vita mai raggiunte prima. Esiste infatti una concezione “debole” di progresso che si limita a constatare il fatto che *Homo sapiens*, dopo essere diventato la sola specie dotata di intelligenza autocosciente, di elaborazione simbolica, di ragionamento astratto, di percezione estetica della realtà, di curiosità intellettuale disinteressata, di manipolazione tecnologica di artefatti, sia stato protagonista negli ultimi secoli di avanzamenti straordinari in campo medico, sociale, scientifico ed economico. Gli eventi di cui abbiamo trattato qui non mettono in discussione questo dato evidente, anche se è sempre bene ricordare che i miglioramenti nella qualità della vita e nel benessere diffuso riguardano ancora oggi soltanto una parte minoritaria dell'umanità.

Vi è tuttavia una concezione “forte” di progresso che non si accontenta di registrare questo fatto, ma pretende di fornire una teoria dell'evoluzione come miglioramento costante e cumulativo. In tal modo si è portati ad affermare che tale progresso era necessario e

inevitabile in quanto esito di una tendenza evolutiva inscritta nel corso della storia. Questa concezione di progresso intrinseco, e non la prima, è entrata in crisi. Se la nostra presenza terrena è il risultato fortunato di una lunga sequenza di biforcazioni capricciose e di eventi contingenti significa che il progresso attuale è soltanto uno dei molti esiti possibili. Se dunque il progresso non era necessario, vorrà dire che nemmeno in futuro lo sarà. Le scelte della specie *Homo sapiens*, l'unica dotata di un cervello così complesso, costituiranno le future biforcazioni verso direzioni imprevedibili e non garantite.

Certo, non è facile liberarsi dall'icona rassicurante del progresso, dall'idea aristotelica che nella natura vi sia una pienezza dotata di senso compiuto, dall'immagine confortevole dell'inevitabilità e della superiorità umana. Si corre sempre il rischio di contrapporvi un rifiuto altrettanto ideologico, invocando ritorni nostalgici a equilibri passati ed età dell'oro che non sono mai esistiti. La ricerca degli "anelli mancanti", come abbiamo visto, ci aveva spinti fino a un passo dagli angeli. Immanuel Kant sostenne che il pianeta Giove avrebbe dovuto ospitare un genere particolare di creature superiori che fungessero da punto di congiunzione fra l'uomo e gli angeli. Ma la madrina della nostra storia, Pioneer 10, non li ha incontrati quando è passata nelle vicinanze. Ora l'iconografia della "grande catena dell'essere", che aveva accomunato sotto le sue ali protettrici concezioni pre-evoluzionistiche e concezioni evoluzionistiche

(come aveva già notato lo storico della scienza Arthur Lovejoy nel 1936), è caduta sotto i colpi delle evidenze empiriche e con essa abbiamo perso uno dei presupposti fondamentali della filosofia della storia occidentale. Quando Herbert Spencer ed Henry Fairfield Osborn tradussero la dottrina darwiniana in una filosofia del progresso universale dimenticarono le iniziali perplessità dello stesso Darwin su tale impegnativa assunzione.

L'ordine della creazione, il disegno costitutivo dell'universo non sembra essere all'insegna della progressiva conquista della perfezione umana. Nel 1799 il fisico britannico Charles White proponeva una scala del progresso universale, con gradazioni progressive di tutte le forme viventi dagli uccelli ai mammiferi, fino alle varie razze umane. La scienza "antropometrica" ottocentesca del medico e antropologo parigino Paul Broca ci ha insegnato che il modello della scala naturale è stato uno degli strumenti privilegiati anche per la classificazione razzista dei gruppi umani. Dietro queste immagini progressioniste si nascondeva il desiderio di dare un ordine al tempo, un senso al cambiamento, una giustificazione scientifica e "perbene" all'oppressione e alla discriminazione. Negli ultimi trent'anni la paleontologia, la biologia evoluzionista e l'antropologia fisica hanno deluso tali aspettative.

Concepire *Homo sapiens* come una specie biologica in mezzo a tante altre, costituita da un mosaico di popolazioni geneticamente omogenee, ospite di un pianeta che ne ha viste di tutti i colori e immersa in un

flusso evolutivo ricco di svolte e di sorprese, corrisponde a un esercizio di umiltà epistemologica. Significa spogliarsi per un attimo dei panni del dominatore e, nudi come mamma evoluzione ci ha fatti, indossare gli occhiali del tempo profondo.

Nel 2000 in *The Riddled Chain* il paleoantropologo Jeffrey McKee dipinse l'evoluzione umana come una catena "bucherellata" da eventi contingenti, da interferenze casuali, da coincidenze improbabili. Il caso, le coincidenze e il caos sono stati, a parere di McKee, fattori decisivi quanto la selezione naturale nella determinazione della traiettoria evolutiva della nostra specie. Se noi riavvolgessimo e ripetessimo il film dell'evoluzione umana, nota McKee citando il celebre esperimento mentale suggerito da Stephen J. Gould, otterremmo presumibilmente una sceneggiatura e una trama completamente diverse. In questo ipotetico "rewind" evolucionistico, potremmo far ripartire la storia dalla situazione della Terra e del continente africano sei milioni di anni fa e stare a vedere cosa succede. Le sceneggiature possibili del film dell'evoluzione umana sarebbero pressoché infinite e ogni biforcazione cruciale aprirebbe un ventaglio di scenari alternativi.

Un vecchio adagio ammonisce che la storia non si fa con i "se". Questi esercizi di "storia sperimentale" valgono per ciò che sono, giochi di fantasia. Tuttavia, i "se" hanno fatto davvero la storia. Se la tettonica a placche non avesse formato la Rift Valley, forse gorilla e

scimpanzé avrebbero continuato a popolare l’Africa orientale senza bisogno di inventarsi il bipedismo. Se il raffreddamento globale di due milioni e mezzo di anni fa non avesse prodotto il *turnover pulse* da cui scaturì il genere *Homo*, forse oggi avremmo sulla Terra un cespuglio di australopitecine con una capacità cranica di poco superiore a quella di uno scimpanzé. Se non si fosse creata una leggera disparità fra *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis* e le altre specie umane recenti, oggi il pianeta sarebbe abitato da una moltitudine di specie umane anziché da una. Se noi siamo qui, in tutta la nostra indecifrabile unicità, lo dobbiamo a questi “se”.

Ma l’evoluzione umana è davvero il frutto della sola azione del caso? Qualsiasi cosa poteva succedere in qualsiasi momento, come in un moto browniano di particelle che si scontrano nel più assoluto disordine? Naturalmente, no. Nel flusso caleidoscopico dei cambiamenti che hanno prodotto l’evoluzione naturale di quel glorioso accidente della storia che chiamiamo *Homo sapiens*, le leggi del cambiamento hanno agito senza sosta. Contingenza evolutiva significa “potere causale del singolo evento”, significa che ogni evento è generatore di molte storie alternative ed equivalenti e che solo una alla fine prevale per ragioni non sempre stringenti. Significa imprevedibilità, non assenza di regole né oscurità.

La ragnatela dei processi e delle fitte interconnessioni che legano l’evoluzione della vita, l’evoluzione degli ecosistemi terrestri e, oggi, l’evoluzione della nostra

“specie catastrofica” presenta infatti alcuni disegni ricorrenti, alcune forme stabili. Il paleontologo Niles Eldredge ha proposto di chiamare queste sequenze di eventi storici ripetuti “i pattern dell’evoluzione”, come le speciazioni geografiche, gli exaptation, i turnover di specie dettati dai cambiamenti climatici, le estinzioni di massa, e così via.

Questi pattern, o concatenazioni di eventi ricorrenti, non sono leggi scritte a imperitura memoria sulle sacre pietre della scienza evoluzionistica. Sono piuttosto schemi esplicativi, regolarità emergenti. Per descriverli, nel testo abbiamo intrecciato la paleoantropologia e la biologia evolutiva, poiché l’ipotesi epistemologica di fondo che ha mosso questa ricerca si fonda proprio su questa connessione. Le conversazioni con alcuni protagonisti della ricerca, in particolare Niles Eldredge e Ian Tattersall, ci hanno convinto di questa transizione epistemologica in atto. Le evidenze della paleoantropologia aiutano infatti ad apprezzare la fecondità di un approccio neodarwiniano pluralista, non più ingessato sul riduzionismo genetico e sulle rigide assunzioni pan-selezioniste di vent’anni fa.

I processi di cambiamento, i protagonisti della storia, i fattori molteplici che vi hanno concorso, i contesti mutevoli che hanno fatto da scenario, tutte queste dimensioni dell’evoluzione umana si sono rivelate fortemente interdipendenti. Ogni specie ominina, ogni ecosistema locale, ogni popolazione umana è invischiata da sempre in una fitta rete di interdipendenze evolutive,

ecologiche, planetarie. Ciascuna traiettoria evolutiva rappresenta un destino aperto. Sarebbe un peccato, come notava nel 2001 Benjamin Barber, che la specie umana, e ciascun popolo al suo interno, dimenticasse il suo irrinunciabile legame di interdipendenza con l'ambiente e con i propri simili. Oggi avremmo bisogno di una grande Dichiarazione di Interdipendenza. Divisa in frammenti che chiamiamo nazioni, tribù o mercati, l'umanità non ce la può fare.

Le cose potevano andare diversamente in passato e potranno andare diversamente in futuro. Quando i primi cacciatori della specie *Homo sapiens* cominciarono a uscire dalla loro culla africana un centinaio di millenni fa, il pianeta intero conobbe una nuova forma ominina, portatrice di un potenziale intellettuale così potente da risultare tremendamente ambiguo. Nelle sue mani si annidava il segreto delle più sublimi invenzioni e della più brutale sopraffazione. Oggi gli eredi di quei primi esploratori, mentre osservano commossi la navicella Pioneer 10 uscire dai confini del sistema solare, hanno i mezzi per comprendere di essere nati per buona sorte, al termine di una felice quanto improbabile sequenza di eventi contingenti. Tale consapevolezza dovrebbe accrescere al contempo i nostri sentimenti di libertà, di solidarietà e di responsabilità.

Oggi il nostro Sole ha già bruciato la metà del suo idrogeno ed è a mezzo cammino della sua vita. Tra cinque miliardi di anni l'avrà consumato quasi tutto e diventerà una gigante rossa. Il suo nucleo centrale si contrarrà sempre più; la sua atmosfera invece si

espanderà fino a un miliardo di chilometri. Nello stesso tempo il suo colore passerà dal giallo al rosso. Il Sole sarà mille volte più luminoso di oggi. Visto dalla Terra, occuperà gran parte del cielo. La temperatura sul nostro pianeta salirà fino a parecchie migliaia di gradi: la vita scomparirà, la Terra si volatilizzerà. Ciò accadrà tra alcune centinaia di milioni di anni. La nostra stella disintegrerà anche Mercurio, Venere e forse Marte. I pianeti lontani, come Giove e Saturno, perderanno la loro atmosfera di idrogeno ed elio e conserveranno soltanto i loro enormi nuclei rocciosi messi a nudo. Più tardi ancora, il Sole, privato della sua sorgente d'energia nucleare, prenderà l'aspetto di una stella nana bianca, della dimensione della Luna. Si raffredderà lentamente, per altri numerosi miliardi di anni, fino a diventare una stella nana nera, un cadavere stellare senza luce. La materia che componeva la Terra ritornerà nello spazio interstellare. Più tardi potrà entrare nella costituzione di nuove stelle, cioè parteciperà alla formazione di pianeti. Gli atomi del nostro corpo serviranno forse un giorno a formare altri organismi viventi, in lontane biosfere.

Hubert Reeves, 1996

Bibliografia

- Abulafia, D., 2008, *La scoperta dell'umanità*, Bologna, Il Mulino, 2010.
- Allman, W. E., 1994, *The Stone Age Present: How Evolution Has Shaped Modern Life*, New York, Simon and Schuster.
- Alvarez, L. W., Alvarez, W., Asaro, E., Michel, H. V., 1980, *Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction*, "Science", n. 208, pp. 1.095-1.108.
- Alvarez, W., 1997, *T-Rex e il cratere dell'apocalisse*, Milano, Mondadori.
- Ammerman, A.J., Cavalli Sforza, L.L., 1984, *La transizione neolitica e la genetica di popolazioni in Europa*, Torino, Bollati Boringhieri.
- Arsuaga, J.L., 1999, *I primi pensatori e il mondo perduto di Neanderthal*, Milano, Feltrinelli, 2001.
- Ayala, F., Dobzhansky, T., a cura di, 1974, *Studies in the Philosophy of Biology*, London, Macmillan.
- Bakker, R.T., 1986, *The Dinosaurs Heresies*, New York, Kensington Publ.
- Barber, B.R., 1995, *Guerra santa contro McMondo*, Milano, Marco Tropea Editore, 2002.
- Barbujani, G., 2006, *L'invenzione delle razze*, Milano, Bompiani.
- Barbujani, G., 2008, *Europei senza se e senza ma*, Milano, Bompiani.
- Barbujani, G., 2016, *Gli africani siamo noi*, Roma-Bari, Laterza.
- Bendall, D. S., a cura di, 1983, *Evolution from Molecules to Men*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Berger, L., 2000, *In the Footsteps of Eve. The Mystery of Human Origins*, Washington D.C., National Geographic Books.
- Boer, J.Z. de, Sanders, D.T., 2002, *Volcanoes in Human History. The Far-Reaching Effects of Major Eruptions*, Princeton,

- Princeton University Press.
- Boule, M., 1946, *Les hommes fossils*, Paris, Masson.
- Brace, C.L., 1991, *The Stages of Human Evolution*, Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall.
- Brace, C.L., Montagu, A., 1972, *Human Evolution*, New York, Macmillan.
- Bradshaw, J.L., 1997, *Evoluzione umana. Una prospettiva neuropsicologica*, Roma, Giovanni Fioriti Editore, 2001.
- Brockman, J., 1995, *La terza cultura. Oltre la rivoluzione scientifica*, Milano, Garzanti, 1995.
- Calvin, W.H., 2002, *A Brain for All Seasons. Human Evolution and Abrupt Climate Change*, Chicago, University of Chicago Press.
- Calzolaio, V., Pievani, T., 2016, *Libertà di migrare*, Torino, Einaudi.
- Cann, R.L., Stoneking, M., Wilson, A.C., 1987, *Mitochondrial Dna and human evolution*, "Nature", 325: 31-36.
- Carlisle, D. B., 1995, *Dinosaurs, Diamonds and Things from Outer Space*, Stanford, Stanford University Press.
- Cavalli Sforza, L.L., 1996, *Geni, popoli e lingue*, Milano, Adelphi.
- Cavalli Sforza, L.L., 2010a, *La specie prepotente*, Milano, Editrice San Raffaele.
- Cavalli Sforza, L.L., 2010b, *L'evoluzione della cultura*, Torino, Codice Edizioni.
- Cavalli Sforza, L.L., Cavalli Sforza, F., 1983, *Chi siamo. La storia della diversità umana*, Milano, Mondadori.
- Cavalli Sforza, L.L., Menozzi, P., Piazza, A., 1997, *Storia e geografia dei geni umani*, Milano, Adelphi.
- Cavalli Sforza, L.L., Pievani, T., 2012, *Homo sapiens. La grande storia della diversità umana*, Torino, Codice Edizioni.
- Cavalli Sforza, L.L., Padoan, D., 2013, *Razzismo e noismo*, Torino, Einaudi.
- Chaloner, W.G., Hallam, A., a cura di, 1989, *Evolution and Extinction*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Chatwin, B., 1987, *Le vie dei canti*, Milano, Adelphi, 1995.

- Chodkiewicz, J.-L., 1995, *Peoples of the Past and Present*, New York, Harcourt Brace & C.
- Clarke, J.G.D., 1961, *World Prehistory in New Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Cohen, J.M., 1969, *The Four Voyages of Christopher Columbus*, London, Cresset Library.
- Coon, C., 1962, *The Origin of Races*, New York, Knopf.
- Coppens, Y., Picq, P., 2001, *Aux origines de l'humanité*, Paris, Fayard.
- Courtillot, V., Allegre, C., 1999, *Evolutionary Catastrophes: The Science of Mass Extinction*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Crosby, A.W., 1994, *Germs, Seeds and Animals. Studies in Ecological History*, London, Sharpe Publ.
- Crosby, A., 1986, *Ecological Imperialism. The Biological Expansion of Europe*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Darnton, J., 1996, *Neanderthal*, Milano, Rizzoli, 1997.
- Darwin, C., 1825-1859, *Charles Darwin. Lettere 1825-1859*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 1999.
- Darwin, C., 1859-1872, *L'origine delle specie*, Torino, Bollati Boringhieri, 1967.
- Darwin, C., 1871, *L'origine dell'uomo*, Pordenone, Edizioni Studio Tesi, 1991.
- De Biase, L., Pievani, T., *Come saremo*, Torino, Codice Edizioni, 2016.
- Deacon, T., 1997, *La specie simbolica. Coevoluzione di linguaggio e cervello*, Roma, Giovanni Fioriti Editore, 2001.
- Diamond, J., 1991, *Il terzo scimpanzé*, Torino, Bollati Boringhieri, 1994.
- Diamond, J., 1997, *Armi, acciaio e malattie*, Torino, Einaudi, 1998.
- Diamond, J., 2005, *Collasso. Come le società scelgono di morire o vivere*, Torino, Einaudi.
- Diamond, J., 2012, *Il mondo fino a ieri*, Torino, Einaudi, 2013.
- Diamond, J., Robinson, J.A., 2010, *Natural Experiments of*

- History*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
- Dillehay, T. D., 2000, *The Settlement of the Americas. A New Prehistory*, New York, Basic Books.
- Dobzhansky, T., 1937, *Genetics and the Origin of Species*, New York, Columbia University Press.
- Dobzhansky, T., 1962, *L'evoluzione della specie umana*, Torino, Einaudi, 1965.
- Donovan, S. K., a cura di, 1989, *Mass extinctions: Processes and evidence*, London, Belhaven Press.
- Dunbar, R., 2004, *La scimmia pensante*, Bologna, Il Mulino, 2009.
- Dunbar, R., 2010, *Di quanti amici abbiamo bisogno?*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2011.
- Durham, W.L., 1991, *Coevolution. Genes, Culture and Human Diversity*, Stanford, Stanford University Press.
- Ehrlich, P. R., a cura di, 1984, *The Cold and the Dark. The World After Nuclear War*, New York, W. W. Norton.
- Eldredge, N., 1985, *Strutture del tempo*, Firenze, Hopeful Monster Editore, 1991.
- Eldredge, N., 1995, *Ripensare Darwin. Il dibattito alla Tavola Alta dell'evoluzione*, Torino, Einaudi, 1999.
- Eldredge, N., 1998, *La vita in bilico*, Torino, Einaudi, 2000.
- Eldredge, N., 1999, *Le trame dell'evoluzione*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2002.
- Eldredge, N., Tattersall, I., 1982, *I miti dell'evoluzione umana*, Torino, Bollati Boringhieri, 1984.
- Eldredge, N., Pievani, T., Serrelli, E., Tëmkin, I., 2016, a cura di, *Evolutionary Theory. A Hierarchical Perspective*, Chicago, Chicago University Press.
- Fagan, B., 1990, *The Journey from Eden*, London, Thames and Hudson.
- Fagan, B., 1999, *Floods, Famines and Emperors*, Readings, Mass., Perseus Books.
- Falk, D., 1992, *Braindance*, New York, Henry Holt and Company.
- Falk, D., 2009, *Lingua madre. Cure materne e origine del linguaggio*, Torino, Bollati Boringhieri.

- Falk, D., 2011, *The Fossil Chronicles*, Berkeley, University of California Press.
- Flannery, T., 1994, *The Future Eaters*, New York, Braziller Publ.
- Flannery, T., 2001, *The Eternal Frontier. An Ecological History of North America and Its Peoples*, New York, Atlantic Monthly Press.
- Foley, R.A., 1995, *Gli umani prima dell'umanità*, Roma, Editori Riuniti, 1999.
- Frankel, C., 1999, *The End of the Dinosaurs. Chicxulub Crater and Mass Extinctions*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gamble, C., 1994, *Timewalkers. The Prehistory of Global Colonization*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Gee, H., 2013, *La specie imprevista. Frintendimenti sull'evoluzione umana*, Bologna, Il Mulino, 2016.
- Glen, W., a cura di, 1994, *Mass-Extinction Debates: How Science Works in a Crisis*, Stanford, Ca., Stanford University Press.
- Gould, S.J., 1977a, *Ontogenesi e filogenesi*, Milano-Udine, Mimesis, 2013.
- Gould, S.J., 1977b, *Questa idea della vita*, Roma, Editori Riuniti, 1984.
- Gould, S.J., 1980, *Il pollice del panda*, Roma, Editori Riuniti, 1983.
- Gould, S.J., 1981, *Intelligenza e pregiudizio*, Milano, il Saggiatore, 1998.
- Gould, S.J., 1983, *Quando i cavalli avevano le dita*, Milano, Feltrinelli, 1984.
- Gould, S.J., 1985, *Il sorriso del fenicottero*, Milano, Feltrinelli, 1987.
- Gould, S.J., 1989, *La vita meravigliosa*, Milano, Feltrinelli, 1990.
- Gould, S.J., 1993, *Otto piccoli porcellini*, Milano, Bompiani, 1994.
- Gould, S.J., 1996, *Gli alberi non crescono fino in cielo*, Milano, Mondadori, 1997.
- Gould, S.J., 2002a, *I Have Landed*, Torino, Codice Edizioni, 2009.
- Gould, S.J., 2002b, *La struttura della teoria dell'evoluzione*, Torino, Codice Edizioni, 2003.

- Gould, S.J., Lewontin, R.C., 1979, *The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme*, "Proc. R. Soc. London", B, n. 205, pp. 581-598.
- Gould, S.J., Vrba, E.S., 1982, *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, Torino, Bollati Boringhieri, 2008.
- Hart, D., Sussman, R.W., 2005, *Man the Hunted*, New York, Basic Books.
- Hull, D.L., 1988, *Science as a Process*, Chicago, University of Chicago Press.
- Humphrey, N., 1993, *Una storia della mente*, Torino, Instar Libri, 1998.
- Humphrey, N., 1986, *L'occhio della mente*, Torino, Instar Libri, 1992.
- Huxley, J., 1942, *Evoluzione. La sintesi moderna*, Roma, Astrolabio, 1960.
- Huxley, T.H., 1863, *Il posto dell'uomo nella natura*, Milano, Feltrinelli, 1956.
- Ingold, T., 2001, *Ecologia della cultura*, Roma, Meltemi.
- Isaac, G., Mc Cown, E. R., a cura di, 1976, *Human Origins. Louis Leakey and the East African Evidence*, London, Staples Press.
- Jablonski, D., Erwin, D.H., Lipps, J.H., a cura di, 1996, *Evolutionary Paleobiology*, Chicago, University of Chicago Press.
- Jacob, F., 1978, *Evoluzione e bricolage*, Torino, Einaudi.
- Jerison, H., 1991, *Brain Size and the Evolution of Mind*, New York, American Museum of Natural History Library.
- Johanson, D.C, Edey, M., 1981, *Lucy. The Beginnings of Humankind*, New York, Simon and Schuster.
- Johanson, D.C, Edgar, B., 1996, *From Lucy to Language*, New York, Simon and Schuster.
- Johanson, D.C, Johanson, L., Edgar, B., 1994, *Ancestors: In Search of Human Origins*, New York, Villard Books.
- Johanson, D.C., Schreeve, J., 1989, *I figli di Lucy*, Milano, Mondadori, 1990.
- Jones, S., Martin, R., Pilbeam, D., a cura di, 1992, *The Cambridge*

- Encyclopedia of Human Evolution*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Kayzer, W., a cura, 1995, *A Glorious Accident. Understanding our Place in the Cosmic Puzzle*, New York, Freeman and C.
- Keith, A., 1949, *A New Theory of Human Evolution*, London, The Philosophical Library.
- Kimura, M., 1983, *The Neutral Theory of Molecular Evolution*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Klein, R.G., 1999, *The Human Career*, Chicago, University of Chicago Press.
- Klein, R.G., Edgar, B., 2002, *The Dawn of Human Culture*, New York, J. Wiley and sons.
- Kolbert, E., 2014, *La Sesta Estinzione. Una storia innaturale*, Vicenza, Neri Pozza, 2016.
- Kurtén, B., 1978, *La danza della tigre*, Roma, Muzzio Editore, 2002.
- Laitman, J.T., 1984, *The anatomy of human speech*, "Natural History", n. 8, pp. 20-27.
- Landau, M., 1991, *Narratives of Human Evolution*, New Haven, Yale University Press.
- Lawton, J.H., May, R., a cura di, 1995, *Extinction Rates*, Oxford, Oxford University Press.
- Leakey, R., 1981, *Il lungo viaggio dell'uomo*, Milano, Mondadori, 1982.
- Leakey, R., 1994, *Le origini dell'umanità*, Milano, Sansoni, 1995.
- Leakey, R., Lewin, R., 1992, *Origins Reconsidered: In Search of What Makes Us Humans*, New York, Doubleday.
- Leakey, R., Lewin, R., 1995, *La sesta estinzione. La vita sulla terra e il futuro del genere umano*, Torino, Bollati Boringhieri, 1998.
- Levin, S., 1999, *Fragile Dominion, Complexity and the Commons*, Readings, Mass., Perseus Books.
- Lewin, R., 1988, *Le ossa della discordia*, Milano, Bompiani, 1989.
- Lewin, R., 1993, *Le origini dell'uomo moderno*, Bologna, Zanichelli, 1996.

- Lewis, R., 1960, *Il più grande uomo scimmia del Pleistocene*, Milano, Adelphi, 1992.
- Lewontin, R.C., 1998, *Gene, organismo e ambiente*, Roma-Bari, Laterza.
- Lewontin, R.C., 1982, *La diversità umana*, Bologna, Zanichelli, 1987.
- Lieberman, D.E., 2013, *La storia del corpo umano*, Torino, Codice Edizioni, 2014.
- Lieberman, Ph., 1991, *Uniquely Human*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Lieberman, Ph., 2006, *Toward an Evolutionary Biology of Language*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
- Livi Bacci, M., 2010, *In cammino. Breve storia delle migrazioni*, Bologna, Il Mulino.
- Lovejoy, A.J., 1936, *La grande catena dell'essere*, Milano, Feltrinelli, 1966.
- MacPhee, R.D.E., a cura di, 1999, *Extinctions in Near Time. Causes, Contexts and Consequences*, New York, Kluwer Academic Publ.
- Manzi, G., 2013, *Il grande racconto dell'evoluzione umana*, Bologna, Il Mulino.
- Manzi, G., 2017, *Ultime notizie sull'evoluzione umana*, Bologna, Il Mulino.
- Marks, J., 2002, *Che cosa significa essere scimpanzé al 98%*, Milano, Feltrinelli, 2003.
- Martin, P.S., Klein, R.G., a cura di, 1984, *Quaternary Extinctions: a Prehistoric Revolution*, Tucson, University of Arizona Press.
- Martin, R.D., 1983, *Human Brain Evolution in an Ecological Context*, New York, American Museum of Natural History Library.
- Mayr, E., 1963, *L'evoluzione delle specie animali*, Torino, Einaudi, 1970.
- Mayr, E., 1991, *Un lungo ragionamento. Genesi e sviluppo del pensiero darwiniano*, Torino, Bollati Boringhieri, 1994.
- Mayr, E., 2001, *What Evolution Is*, New York, Basic Books.

- Mayr, E., Provine, W.B., a cura di, 1998, *The Evolutionary Synthesis*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
- McKee, J.K., 2000, *The Riddled Chain. Chance, Coincidence and Chaos in Human Evolution*, Piscataway N. J., Rutgers University Press.
- Meldolesi, A., 2017, *E l'uomo creò l'uomo*, Torino, Bollati Boringhieri.
- Mellars, P., Stringer, Ch., a cura di, 1989, *The Human Revolution: Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Mithen, S., 1996, *The Prehistory of the Mind*, London, Thames and Hudson.
- Mithen, S., a cura di, 1998, *Creativity in Human Evolution and Prehistory*, London, Routledge.
- Montagu, A., 1981, *Growing Young*, New York, McGraw-Hill.
- Montagu, A., a cura di, 1964, *The Concept of Race*, London, Collier Books.
- Natoli, S., 1999, *Progresso e catastrofe*, Milano, Marinoni.
- Noble, W., Davidson, L., 1996, *Human Evolution, Language and Mind*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Novacek, M.J., a cura di, 2001, *The Biodiversity Crisis. Losing What Counts*, New York, American Museum of Natural History Library.
- Olson, S., 2002, *Mapping Human History*, New York, Houghton Mifflin Co.
- Pääbo, S., 2014, *L'uomo di Neanderthal*, Torino, Einaudi, 2014.
- Pfeiffer, J.E., 1982, *The Creative Explosion: An Inquiry Into the Origins of the Art and Religion*, New York, Harper & Row.
- Pievani, T., 2005, *Introduzione alla filosofia della biologia*, Roma-Bari, Laterza.
- Pievani, T., 2011, *La vita inaspettata*, Raffaello Cortina Editore, Milano.
- Pievani, T., 2012a, *La fine del mondo. Guida per apocalittici perplessi*, Bologna, Il Mulino.
- Pievani, T., 2012b, *Introduzione a Darwin*, Roma-Bari, Laterza.

- Pievani, T., 2014, *Evoluti e abbandonati*, Torino, Einaudi.
- Pievani, T., 2016, *Homo sapiens. Le nuove storie dell'evoluzione umana*, Libreria Geografica, Novara.
- Pievani, T., 2017, *La teoria dell'evoluzione. Attualità di una rivoluzione scientifica*, Bologna, Il Mulino.
- Pignatti, S., Trezza, B., 2000, *Assalto al pianeta. Attività produttiva e crollo della biosfera*, Torino, Bollati Boringhieri.
- Pimm, S.L., 1991, *The Balance of Nature?*, Chicago, University of Chicago Press.
- Potts, R., 1996, *Humanity's Descent. The Consequences of Ecological Instability*, New York, Morrow and C.
- Powell, J.L., 1998, *Night Comes to the Cretaceous*, New York, Harcourt Brace & Co.
- Raup, D.M., 1991, *L'estinzione. Cattivi geni o cattiva sorte?*, Torino, Einaudi, 1994.
- Ridley M., 1996, *Evolution*, Oxford, Blackwell Publishers.
- Rightmire, G., 1990, *The Evolution of Homo erectus*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Rudgley R., 1998, *Lost Civilizations of the Stone Age*, London, Century.
- Rutherford, A., 2016, *Breve storia di chiunque sia mai vissuto*, Torino, Bollati Boringhieri, 2017.
- Schwartz, J.H., 1993, *What the Bones Tell Us*, Tucson, University of Arizona Press.
- Schwartz, J.H., 1999, *Sudden Origins. Fossils, Genes and the Emergence of Species*, New York, John Wiley and Sons.
- Shipman, P., 2015, *Invasori. Come gli umani e i loro cani hanno portato i Neanderthal all'estinzione*, Roma, Carocci Editore, 2017.
- Shreeve, J., 1995, *The Neanderthal Enigma*, New York, William Morrow and Co.
- Sieveking, A., 1979, *The Cave Artists*, London, Thames and Hudson.
- Simpson, G.G., 1944, *Tempo and Mode in Evolution*, New York, Columbia University Press.

- Simpson, G.G., 1964, *Evoluzione: una visione del mondo*, Milano, Sansoni, 1972.
- Skoyles, J.R., Sagan, D., 2002, *Up from Dragons. The Evolution of Human Intelligence*, New York, McGraw-Hill.
- Somit, A., Peterson, S. A., a cura di, 1989, *The Dynamics of Evolution. The Punctuated Equilibria Debate*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press.
- Spencer, E., 1990, *Pitldown: A Scientific Forgery*, Oxford, Oxford University Press.
- Stanley, S.M., 1981, *L'evoluzione dell'evoluzione. Un nuovo calendario per l'origine delle specie*, Milano, Mondadori, 1982.
- Stanley, S.M., 1987, *Extinction*, New York, Scientific American Library.
- Stanley, S.M., 1996, *Children of the Ice Age*, New York, Freeman and C.
- Sterelny K., Griffiths, P.E., 1999, *Sex and Death. An Introduction to Philosophy of Biology*, Chicago, University of Chicago Press.
- Stringer, Ch., Gamble, C., 1993, *In Search of the Neanderthals*, London, Thames and Hudson.
- Stringer, Ch., McKie, R., 1996, *African Exodus. The Origins of Modern Humanity*, New York, Henry Holt and Company.
- Sussman, R.W., a cura di, 1999, *The Biological Basis of Human Behavior*, Upper Saddle River, N. J., Prentice Hall.
- Sussman, R.W., Cloninger, C.R., 2011, a cura di, *Origins of Altruism and Cooperation*, New York, Springer.
- Tattersall, I., 1993, *The Human Odyssey*, Upper Saddle River, N. J., Prentice Hall.
- Tattersall, I., 1995, *The Fossil Trail: How We Know What We Think We Know About Human Evolution*, Oxford-New York, Oxford University Press.
- Tattersall, I., 1998, *Il cammino dell'uomo. Perché siamo diversi dagli altri animali*, Milano, Garzanti, 1998.
- Tattersall, I., 2002, *La scimmia allo specchio*, Roma, Meltemi, 2003.
- Tattersall, I., 2008, *Il mondo prima della storia*, Milano, Raffaello

- Cortina Editore, 2009.
- Tattersall, I., 2012, *I signori del pianeta*, Torino, Codice Edizioni, 2013.
- Tattersall, I., 2015, *The Strange Case of the Rickety Cossack*, New York, Palgrave Macmillan.
- Tattersall, I., Delson, E., Van Couvering, J.A., a cura di, 1988, *Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory*, New York, Garland Publishing.
- Tattersall, I., Schwartz, J.H., 2000, *Extinct Humans*, Boulder, Westview Press.
- Tattersall, I., DeSalle, R., 2011, *Race? Debunking a Scientific Myth*, Houston, Texas A&M University Press.
- Terrenato, L., 2007, *Popolazioni e diversità genetica*, Bologna, Il Mulino.
- Tobias, Ph., a cura, 1985, *Hominid Evolution: Past, Present and Future*, New York, Alan R. Liss.
- Trinkaus, E., 1983, *The Shanidar Neanderthals*, New York, Academic Press.
- Trinkaus, E., a cura di, 1989, *The Emergence of Modern Humans*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Trinkaus, E., Shipman, P., 1993, *The Neanderthals: Changing the Image of Mankind*, New York, Alfred A. Knopf.
- Tudge, C., 1996, *The Time Before History. Five Million Years of Human Impact*, New York, Simon and Schuster.
- Tudge, C., 1998, *Neanderthals, Bandits and Farmers*, New Haven, Yale University Press.
- Tuniz, C., Gillespie, R., Jones, C., 2009, *I lettori di ossa*, Milano, Springer, 2009.
- Tuniz, C., Manzi, G., Caramelli, D., 2013, *La scienza delle nostre origini*, Roma-Bari, Laterza.
- Tuniz, C., Tiberi Vipraio, P., 2015, *Homo sapiens. Una biografia non autorizzata*, Roma, Carocci.
- Vrba, E. S., a cura, 1985, *Species and Speciation*, Pretoria, Transvaal Museum Monographs, n. 4.
- Vrba, E. S., Denton, G. H., Partridge, T. C., Burckle, L. H., a cura,

- 1995, *Paleoclimate and Evolution with Emphasis on Human Origins*, New Haven, Yale University Press.
- Walker, A., Shipman, P., 1996, *Il ragazzo del fiume*, Casale Monferrato, Edizioni Piemme, 1999.
- Wallace, A.R., 1889, *Darwinism*, London, Macmillan.
- Weidenreich, F., 1946, *Apes, Giants and Man*, Chicago, University of Chicago Press.
- Wells, S., 2010, *Il seme di Pandora*, Torino, Codice Edizioni, 2011.
- Wills, Ch., 1993, *The Runaway Brain*, New York, Basic Books.
- Wills, Ch., 1998, *Children of Prometheus. The Accelerating Pace of Human Evolution*, Readings, Mass., Perseus Books.
- Wilson, E.O., 1992, *La diversità della vita*, Milano, BUR, 2009.
- Wilson, E.O., 2016, *Metà della Terra*, Torino, Codice Edizioni, 2016.
- Wood, B., 2005, *Evoluzione umana*, Torino, Codice Edizioni, 2008.
- Wrangham, R., 2009, *L'intelligenza del fuoco*, Torino, Bollati Boringhieri, 2011.
- Zubrow, E., a cura, 1976, *Demographic Anthropology*, Albuquerque, University of New Mexico Press.

Linee

- 1 Ottavio Marzocca, *Foucault ingovernabile. Dal bios all'ethos*
- 2 Antonio De Simone, *La via dell'anima. Simmel e la filosofia della cultura*
- 3 Fabrizio Scrivano, *Oggi il racconto. Come resistere alla banalità dell'informazione*
- 4 Leandro Pisano, *Nuove geografie del suono. Spazi e territori nell'epoca postdigitale*
- 5 Stefania Ferraro, *La semimbecille e altre storie. Biografie di follia e miseria: per una topografia dell'inadeguato*
- 6 Ugo Morelli, *Noi, infanti planetari. Psicoantropologia del tempo presente*
- 7 Stefano Calabrese, *La letteratura e la mente. Svevo cognitivista*
- 8 Susan Petrilli, *Digressioni nella storia. Dal tempo del sogno al tempo della globalizzazione*
- 9 Carmine Conelli ed Eleonora Meo (a cura di), *Genealogie della modernità. Teoria radicale e critica postcoloniale*
- 10 Paola Zaccaria, *La lingua che ospita. Poetiche, politiche, traduzioni*
- 11 Francescomaria Tedesco, *Mediterraneismo. Il pensiero antimeridiano*
- 12 Massimo Persiani, *Fisicalismo dell'essere. I grandi paradigmi del nuovo millennio*
- 13 Tiziano Possamai, *Inconscio e ripetizione. La fabbrica della soggettività*
- 14 Tommaso Russo Cardona, *Le peripezie dell'ironia. Sull'arte del rovesciamento discorsivo*
- 15 Nicoletta Landi, *Il piacere non è nel programma di Scienze! Educare alla sessualità oggi, in Italia*
- 16 Fabio Mariani, *La casa come ritratto. Una casa di parole / The house as a portrait. A house of words*
- 17 Iain Chambers, Lidia Curti, Michaela Quadraro (a cura di), *Ritorni critici. La sfida degli studi culturali e postcoloniali*
- 18 Guido Antonio Guidi, *La democrazia capovolta. Rivoluzioni colorate e conflitti nell'Europa dell'Est*

- 19 Nicola Di Croce, *Suoni a margine. La territorialità delle politiche nella pratica dell'ascolto*
- 20 Adele Rodogna, *Le solitudini delle donne molisane ai tempi della prima grande migrazione*