



***i*blu**

Claudio Tuniz  
Richard Gillespie, Cheryl Jones

# **I lettori di ossa**

 Springer

***i*blu** pagine di scienza

*A Maude, Patrizia e Diana*

Claudio Tuniz, Richard Gillespie  
e Cheryl Jones

# I lettori di ossa

 Springer

Claudio Tuniz, Richard Gillespie, Cheryl Jones

Tradotto dall'edizione originale australiana:

*The Bone Readers* di Claudio Tuniz, Richard Gillespie e Cheryl Jones

© Claudio Tuniz, Richard Gillespie e Cheryl Jones 2009

All rights reserved. Tutti i diritti riservati.

Traduzione di Alessandra Solito

Versione in lingua italiana: © Springer-Verlag Italia, Milano 2010

ISBN 978-88-470-1197-7

e-ISBN 978-88-470-1198-4

DOI 10.1007/978-88-470-1198-4

Quest'opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore, e la sua riproduzione è ammessa solo ed esclusivamente nei limiti stabiliti dalla stessa. Le fotocopie per uso personale possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto. Le riproduzioni per uso non personale e/o oltre il limite del 15% potranno avvenire solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da AIDRO, Corso di Porta Romana n. 108, Milano 20122, e-mail [segreteria@aidro.org](mailto:segreteria@aidro.org), sito web [www.aidro.org](http://www.aidro.org). Tutti i diritti, in particolare quelli relativi alla traduzione, alla ristampa, all'utilizzo di illustrazioni e tabelle, alla citazione orale, alla trasmissione radiofonica o televisiva, alla registrazione su microfilm o in database, o alla riproduzione in qualsiasi altra forma (stampata o elettronica) rimangono riservati anche nel caso di utilizzo parziale. La violazione delle norme comporta le sanzioni previste dalla legge.

Collana *i blu* - pagine di scienza ideata e curata da Marina Forlizzi

Realizzazione editoriale: Scienzaperta S.r.l., Novate Milanese (MI)

Progetto grafico della copertina: Simona Colombo, Milano

Illustrazioni: Marco Tiberio e Walter Gregoric pp. 55, 59, 152, 166, 180, 191, 192, 194, 205, 224, 226; Tullio Perentin (Zoic) pp. 35, 36, 66, 96, 100, 187, 220, 267

Stampa: Grafiche Porpora, Segrate (MI)

*Stampato in Italia*

Springer-Verlag Italia S.r.l., via Decembrio 28, I-20137 Milano

Springer-Verlag fa parte di Springer Science+Business Media ([www.springer.com](http://www.springer.com))

# Prefazione

L'evoluzione umana, si sa, è un po' come un albero. Un albero frondoso. La chioma lassù in alto rappresenta le popolazioni attuali di *Homo sapiens* mentre le fronde più in basso e i rami che rimangono nascosti all'interno, giù giù fino al tronco, compongono l'insieme delle tante specie estinte del genere *Homo* e di altri ominidi pre-umani che hanno fatto la nostra storia nel corso degli ultimi sei milioni di anni. E potremmo svilupparla a lungo questa metafora, fino a perderci tra rami e rametti, in modo da descrivere – attraverso le immaginifiche semplificazioni che l'albero frondoso ci suggerisce – quella che oggi si presenta ai nostri occhi come una storia davvero complicata.

Negli ultimi decenni, in particolare, il bagaglio di evidenze fossili (e non solo fossili) si è straordinariamente accresciuto, con un andamento esponenziale, tanto che la paleoantropologia, la scienza delle nostre origini, può dirsi oggi profondamente rinnovata nei paradigmi teorici, nei metodi di studio e nelle ipotesi di lavoro. Per esempio, vengono oggi riconosciute circa venti specie di nostri antenati estinti e, per alcune di esse, è ormai possibile uno studio della variabilità intraspecifica, sia nello spazio sia nel tempo. Inoltre, l'attenzione dei ricercatori si è spostata da un approccio eminentemente descrittivo verso analisi morfofunzionali, adattativo-ecologiche e anche di biologia dello sviluppo.

In questo quadro, la paleoantropologia si caratterizza come una scienza storica: al pari di altre discipline storiche ed evoluzionistiche, produce "narrazioni" del processo che ha portato fino a noi e cerca di interpretarlo. Da questo punto di vista, la paleoantropologia è una scienza sperimentale, dove l'esperimento è rappresentato dalla scoperta di nuove evidenze fossili o da nuove analisi

dell'evidenza già disponibile. Saranno questi esperimenti a mettere alla prova le nostre narrazioni, cioè le ipotesi di lavoro proposte in precedenza. Non basta. La paleoantropologia è anche una scienza interdisciplinare. I segnali paleontologici – resti fossili, manufatti preistorici, dati paleoambientali ecc. – vengono presi in esame facendo ricorso al contributo di diverse competenze specialistiche. Geologia e pedologia, fisica e chimica, paleontologia e paleobotanica, morfologia e morfometria, archeologia preistorica e, da alcuni decenni, anche genetica (ma l'elenco potrebbe continuare) contribuiscono così al comporsi di un quadro intricato e, ovviamente, assai intrigante e istruttivo.

La teoria dell'evoluzione – che ha da poco compiuto i primi centocinquanta'anni di vita scientifica – costituisce la cornice generale nella quale la nostra storia si inquadra. D'altra parte, a guardar bene e rovesciando l'obiettivo, il problema delle nostre origini come specie coinvolge aspetti teorici e interpretativi che sono di grande interesse per la biologia evoluzionistica nel suo insieme.

Il caso di studio fornito dalla separazione evolutiva tra noi e le scimmie antropomorfe intorno a 6 milioni di anni fa, dall'acquisizione di alcune caratteristiche fondamentali che abbiamo in comune con tutti i nostri antenati più stretti (come la locomozione bipede, ben evidente già nei fossili di almeno 4 milioni di anni fa), dalla comparsa del genere *Homo* nelle savane africane e dalla sua diffusione in Eurasia (a partire da circa 2 milioni di anni fa), dalla sua successiva diversificazione fino alla comparsa della nostra specie, *Homo sapiens* (qualcosa come 200 mila anni fa, nuovamente in Africa), ci consente di vedere l'evoluzione all'opera attraverso un esempio molto efficace, ricco di particolari e che ci interessa da vicino. La nostra, dunque, è una storia che iniziamo a conoscere piuttosto bene, ma anche straordinariamente complicata. Possiamo ben dirlo alla luce delle conoscenze acquisite dopo un secolo e mezzo di vita della paleoantropologia come scienza. Per la verità, l'albero frondoso, la metafora nella quale ci siamo per un attimo quasi smarriti, rischia di diventare una semplificazione eccessiva rispetto al quadro di complessità che è oggi davanti ai nostri occhi, soprattutto se non andiamo a fondo delle relazioni possibili fra il tronco, i rami, le fronde basse e la chioma soprastante.

Per affrontare questo livello di complessità è bene partire da un caso particolare. È proprio quello che fanno Claudio Tuniz, Richard

Gillespie e Cheryl Jones in questo libro. Un libro permeato di scienza: soprattutto quella dei metodi di datazione (di cui due degli autori sono specialisti di livello internazionale), ma anche la geologia, la paleontologia, la morfologia, l'archeologia e la genetica compaiono in tutta la loro importanza. La scienza della paleoantropologia nel suo insieme, insomma, si infiltra tra le pagine del libro, in tutti i suoi tessuti, e ne sostiene la credibilità. D'altro canto, si tratta di un libro pieno di colore. I molti personaggi che vi compaiono – esperti di datazione, geologi, paleontologi, antropologi, archeologi o biologi molecolari – vengono presentati anche per come sono quando li si incontra di persona in occasione di un congresso internazionale, di un'intervista o di una chiacchierata fra colleghi, magari all'interno di una grotta in corso di scavo o dietro il bancone di un laboratorio. Da questo punto di vista, oltre alla scienza, il contrasto tra le idee, nonché tra i diversi atteggiamenti etico-politici, è lo scenario entro il quale prende forma tutto il libro.

Seguire il percorso di Tuniz, Gillespie e Jones – dal particolare al generale – per comprendere l'evoluzione umana è davvero una buona idea. Iniziano infatti a dipanare la matassa da un bandolo di indubbio interesse, anche se non sempre messo nel giusto risalto. Si occupano del primo popolamento dell'Australia.

Nel corso dei lunghi milioni di anni della nostra storia, ci sono regioni poco frequentate dalle traiettorie dell'evoluzione umana. Una di queste è il continente australiano che, insieme con la Nuova Guinea e la Tasmania, costituisce quella regione che i paleogeografi chiamano Sahul. Esiste una depressione di natura tettonica nel fondo dell'oceano che separa Sahul da Sunda, che separa cioè l'Oceania dall'insieme delle attuali penisole e isole dell'Indonesia. Questa depressione, è praticamente sovrapponibile alla linea di Wallace, che rappresenta una gigantesca demarcazione tra due ben distinti orizzonti bio-geografici. Il mare, tra Oceano Indiano e Oceano Pacifico, che si incunea tra le isole dell'Arcipelago della Sonda e poi, salendo più a nord, bagna il versante occidentale di Celebes, di Mindanao e delle Filippine, è talmente profondo che nessuna regressione marina nel corso degli ultimi 100 milioni di anni o giù di lì ha potuto annullare l'efficacia di questa barriera geografica. In questo senso, l'Australia è un po' come un'isola del tempo, dove sono sopravvissute forme di vita (per esempio i marsupiali) che altrove sono state "scavalcate" dal procedere dell'evolu-

luzione. E questo isolamento è stato vero anche per l'evoluzione umana, che per molti milioni di anni è avvenuta al di qua della linea di Wallace, fino al lembo più orientale della terra di Sunda, l'isola di Giava. Se trascuriamo per un attimo il caso particolarissimo e straordinariamente interessante dei piccoli ominidi, soprannominati *hobbit*, dell'isola di Flores (di cui si parla nel capitolo 17 del libro: un caso di "nanismo insulare", osservato per la prima volta nell'evoluzione umana), i primi esseri umani a varcare la linea di Wallace e ad arrivare in Australia erano già *Homo sapiens*. Arrivarono intorno a 60 mila anni fa e, necessariamente, via mare. Di ciò hanno lasciato ampie testimonianze, non solo nei loro scheletri, ma anche nelle manifestazioni della loro cultura.

La loro storia, da qui in avanti, è molto interessante, ma lo è anche quella da cui essi provengono. In qualche modo sono figli dell'Africa. Appartengono a quella grande dispersione di popolazioni umane anatomicamente moderne che fu successiva alla comparsa della nostra specie, avvenuta appunto in Africa circa 200 mila anni fa. Nel quadro di una grande varietà di forme umane arcaiche, distribuite dall'Europa (i *Neanderthal*) all'Estremo Oriente (gli ultimi *Homo erectus* dell'isola di Giava, per esempio), abbiamo le evidenze di forme umane del tutto nuove. Hanno un grande cervello accolto in una scatola cranica rotondeggiante, la faccia minuta sotto la fronte, proporzioni corporee slanciate. Archeologicamente, mostrano le prime manifestazioni di un pensiero cosciente e simbolico, segno che probabilmente avevano già la capacità di sviluppare un linguaggio articolato. In loro c'è un po', come in embrione, tutta la potenzialità di *Homo sapiens*. Anche l'analisi della variabilità genetica delle popolazioni umane attuali conferma le origini africane e relativamente recenti della nostra specie.

*Homo sapiens* ha subito successo: successo adattativo e successo demografico. Dunque, tende a diffondersi "a macchia d'olio", seguendo traiettorie geograficamente possibili, ma anche attraversando bracci di mare. Nei nuovi territori che raggiunge, deve quasi sempre confrontarsi su un piano ecologico con forme umane preesistenti, come avverrà per diverse migliaia di anni in Europa tra gli ultimi *Neanderthal* e i primi Europei moderni. Questo stesso modello deve essersi ripetuto più volte, anche altrove: la forma arcaica "di turno" lentamente si estingue, mentre quella moderna sopravvive e continua a diffondersi. Così, seguendo una traiettoria

probabilmente costiera, alcune popolazioni si diffondono dall'Africa orientale verso la penisola arabica, poi verso il sub-continente indiano e poi ancora verso la penisola indocinese.

Da qui, infine, arrivano in Australia, dove inizia la storia della giovane donna del Lago Mungo e dei suoi discendenti – gli Aborigeni australiani – che oggi reclamano le spoglie dei loro antenati. È il punto di attacco di questo libro: ripercorrere l'avventura intellettuale e umana che ha permesso di ricostruire l'epopea dei primi esseri umani in Australia. Si tratta di una vicenda non solo scientifica, ma anche politica, non priva di conflitti culturali interessanti e di frizioni tra punti di vista che a volte sembrano incommensurabili. A illuminare lo sfondo della vicenda vi sono innanzitutto i fisiologici contrasti interni alla scienza, come quello, in via di risoluzione, tra i sostenitori dell'ipotesi poco sopra descritta dell'origine africana recente di *Homo sapiens*, la più accreditata da evidenze empiriche robuste e convergenti, e i sostenitori dell'ipotesi di un'antica evoluzione multiregionale di *Homo sapiens* a partire da centri di origine separati che discenderebbero dalla prima e ben più antica diaspora fuori dall'Africa di *Homo ergaster*. O come quello tra chi ritiene che l'estinzione delle megafaune australiane e americane sia da attribuire ai cambiamenti climatici – un'ipotesi oggi indebolita dalla scarsità di riscontri – e chi invece propende per una responsabilità diretta, e piuttosto catastrofica per rapidità e distruttività, dei primi colonizzatori "sapiens".

In un caso come nell'altro, la rivalità non si limita però a trapporre, con ideale *fair play*, i sempre salutari tentativi di falsificazione reciproca (alla ricerca dell'elusiva *smoking gun* archeologica o genetica che dirima tra un'ipotesi e l'altra), ma trascende ben presto in ostilità personali, in delegittimazioni "politiche" dell'avversario (l'estinzione delle megafaune per opera dell'uomo respinta perché favorirebbe il mito antiecologista del maschio aggressivo e cacciatore), in dispute tra scuole nazionali, in contese sulla proprietà e sull'utilizzo dei reperti (fino all'estremo di capi di dipartimento che requisiscono i fossili degli avversari), in polemiche sui mass media (dove si può dire ciò che in un articolo scientifico non si può scrivere) e talvolta anche, nel caso di ipotesi ormai perdenti, in un'ostinata negazione delle evidenze.

A tutto ciò si sovrappone, fin dalle prime pagine, il contrasto tra la preistoria degli scienziati e i miti della creazione degli Aborigeni,

che hanno un particolare rapporto con il tempo profondo e con quegli ominidi che considerano i loro antenati. Le narrazioni degli Aborigeni non collimano con l'idea, sviluppata dagli scienziati, che i primi abitanti di quelle terre non siano lì "da sempre" ma siano venuti da fuori – stranieri in patria anche loro, tutto sommato – e che addirittura con il loro arrivo abbiano alterato profondamente l'ambiente preesistente e portato alla scomparsa dei grandi animali che vi abitavano.

L'estinzione della "megafauna" per opera dell'uomo mostrerebbe come l'impatto distruttivo delle attività umane sugli ecosistemi sia ben più antico dell'invenzione dell'agricoltura e dell'inquinamento industriale, ma avrebbe poco a che vedere con la "buona reputazione" dei nativi. Eppure è un argomento sollevato in più di un'occasione per respingere l'ipotesi, scientifica e storica, dell'impatto umano. La logica delle argomentazioni contrapposte sembra dunque cedere a ben altre animosità, perché parrebbe ovvio che un episodio di 50 mila anni fa non discrediti certo gli Aborigeni attuali in quanto "cattivi custodi" del loro ambiente (un peccato per il quale oggi ben pochi al mondo sarebbero autorizzati a scagliare la prima pietra...) e non tolga validità alcuna alle ragioni a favore di politiche di conservazione e di sostenibilità ambientale da condurre nel XXI secolo che abbiamo davanti.

Quando lo scienziato e il custode di conoscenze tradizionali provano a dialogare si instaura un rapporto delicato tra due mondi lontani, per il quale occorre cercare compromessi saggi che guardino più al futuro che al passato. Se da un lato non è possibile abbandonare un'ipotesi scientificamente comprovata solo perché ha conseguenze sgradevoli per i convincimenti tradizionali di un gruppo o perché si presume che non sia "politically correct", dall'altro, è ben difficile negare ai nativi il diritto di rivendicare il possesso delle loro terre, comprese le preziose tracce di un remoto passato che i loro deserti, i loro laghi di sale, le loro montagne e le loro vallate stanno restituendo alla luce del sole, oltre che alle lenti dei microscopi.

Se però entriamo appena nei dettagli della questione, essa appare molto più complicata di così. Fino a che punto si estende questo diritto di riappropriazione? Fino a esigere dai musei di ogni parte del mondo la restituzione di tutti i resti, indipendentemente dalla loro datazione e dal loro effettivo legame, solo ipotizzabile,

con i nativi che abitano oggi il luogo di provenienza? Per i resti recenti di povere donne e poveri uomini, disseppelliti e trafugati durante i secoli delle depredazioni coloniali, spediti in Occidente per essere messi in mostra nei musei come esotiche rappresentazioni del selvaggio, o collezionati come curiosi trofei di caccia, l'etica sembra indicarci una strada sicura: vanno restituiti alle loro terre e ai riti che i loro discendenti riservano ai defunti perché possano riposare in pace e non vagare più inquieti, come pensano gli Aborigeni, senza sepoltura o cremazione. Che dire invece di fossili risalenti a decine di migliaia di anni fa, raccolti dagli scienziati durante campagne di scavo, sui quali potrebbero essere applicate le tecniche più avanzate di analisi morfologica e molecolare, schiudendo preziosissimi scrigni di informazioni sul passato dell'intera umanità? E poi a chi affidare, esattamente, i reperti rimpatriati? Un compromesso civile e vantaggioso per tutte le parti in gioco si può trovare, almeno provvisoriamente, come mostra l'epilogo del libro.

Vi è però un'altra linea di frattura che attraversa le pagine del lavoro di Tuniz, Gillespie e Jones, forse ancor più profonda perché radicata nelle diverse tradizioni di ricerca, e non meno interessante per chi osservi dall'esterno queste controversie sull'interpretazione dei dati: quella tra l'antica anima "umanistica" degli studi sulla preistoria umana, da una parte, e il crescente rilievo sperimentale assunto dalle *hard sciences* e dalle loro metodologie sempre più sofisticate (come quelle di datazione dei reperti), dall'altra. Nei casi descritti dagli autori del libro, archeologi e antropologi culturali (unitamente a qualche supporter "postmoderno") non reagiscono molto bene all'irruzione dei "padroni del tempo" e degli "scienziati padreterni", dei loro metodi quantitativi e delle loro pionieristiche e complicate tecniche fisico-chimiche di datazione e di microcaratterizzazione. A maggior ragione, se una cronologia precisa e la ricostruzione esatta di uno scenario ecologico e geologico possono discriminare tra un'ipotesi e un'altra, e dirci persino quale tipo di vegetazione stava mangiando un emù 50 mila anni fa.

È come se anche all'interno della comunità scientifica vi fossero "culture" disciplinari e team di ricerca impegnati nel difficile compito di trovare, prima o poi, un terreno di integrazione, a costo di far cadere qualche ben sedimentata "ortodossia" riguardante un'estinzione improvvisa o l'evoluzione di una specie. Tuttavia non è facile, poiché si possono profilare strane e contingenti alleanze di

interessi: per esempio tra chi vuole custodire gelosamente i metodi di un tempo, e non vuole aprirsi alle novità dei dati molecolari, e quei nativi, non tutti, che hanno vissuto la richiesta di indagini genetiche sul loro sangue come una violazione della loro identità, come una biopirateria per fini economici, come un'intrusione "neocolonialistica" nell'intimità del loro passato profondo.

In questo variegato quadro dei rapporti talvolta turbolenti tra ricerca scientifica e società, non poteva mancare l'ingrediente mediatico dei creazionisti, pronti a incunearsi nelle provvisorie discrepanze tra le datazioni degli esperti, come se queste potessero giustificare il recupero di cronologie conformi al dettato biblico. Al contrario, le datazioni più recenti continuano a far arretrare le fasi del popolamento umano a una preistoria sempre più profonda e sempre più ricca, aggiungendo dati significativi anche sui processi e sulle interazioni ecologiche che hanno influenzato l'evoluzione umana. Gli scenari allora si ampliano, diventano globali, e da qualche tempo anche virtuali, grazie alle simulazioni di dinamiche delle popolazioni e del loro contesto ecologico. Intrecciano i cambiamenti delle specie con l'evoluzione fisica del pianeta, e persino del sistema solare, se è vero che l'impatto di asteroidi potrebbe averci messo lo zampino in più di un'occasione. Squarciano i veli su mondi perduti che sembrano quasi fantastici, come quello delle megafaune australiane e tasmaniane composte di enormi marsupiali e di giganteschi uccelli non volatori.

Insomma, ci sono tante altre storie – prima della Storia con la maiuscola – che attendono di essere svelate. Questo libro ci insegna quante competenze diverse, quante difficili convergenze di dati, quante negoziazioni interculturali, quante controversie tra ipotesi, quante serendipiche scoperte siano coinvolte in una simile avventura intellettuale, il cui obiettivo finale ha un sapore familiare: capire da dove veniamo e come siamo arrivati fin qui.

Settembre 2009

Giorgio Manzi  
e Telmo Pievani

# Introduzione all'edizione italiana

Alf Neal e altri due anziani Aborigeni della comunità Djungan raggiunsero per primi le rive screpolate e secche di Koongirra, il lago sacro di Ngarrabullgan. Comunicarono in silenzio con Eekoo, lo spirito della montagna, che viveva nelle profondità del lago, per spiegarli il motivo della nostra intrusione. Solo il *rhoonyoo* (noi diremmo, impropriamente, lo stregone) poteva entrare senza paura nelle acque abitate da questo temibile essere del *Dreamtime*, l'epoca "senza tempo" che nella mitologia aborigena precede la creazione. Secondo la leggenda, gli spiriti ancestrali di *wallaby* costruirono la montagna con massi di pietra. In seguito la bruciarono in una battaglia contro Eekoo, fondendo le pietre e creando il monolite che ora si può ammirare. Per salvarsi dalle fiamme, lo spirito malvagio creò il lago, le cui acque divennero poi la sua casa per l'eternità. Secondo i Djungan, custodi tradizionali della montagna sacra, bisogna essere molto prudenti con Eekoo, che nel passato ha seminato morte e devastazione tra le genti aborigene della regione. Per i geologi Ngarrabullgan è semplicemente una struttura di arenaria del Triassico, generata dall'azione dell'acqua 250 milioni di anni fa.

Noi arrivammo subito dopo la cerimonia tradizionale e, senza perdere tempo, seguendo le istruzioni di Don Butler, botanico della Queensland University, inserimmo i carotatori nel fondo del lago estraendo con cautela lunghi cilindri di fango. Gli strati di melma lacustre costituiscono l'archivio che custodisce la storia naturale di quest'area dell'Australia tropicale. Si possono visitare i millenni passati studiando i pollini e il carbone intrappolati nei sedimenti.

Era uno dei miei primi viaggi in territorio aborigeno per esplorare il passato di quella terra e dei popoli che le appartenevano. Volevo viaggiare nel tempo, per raggiungere l'epoca che i geologi

chiamano Pleistocene e gli Aborigeni *Dreamtime*. Era un'epoca di glaciazioni globali in cui l'aridità aveva prosciugato i grandi laghi dell'entroterra australiano. In Europa i ghiacciai si estendevano fino al Nord Italia e al posto dell'Adriatico c'era solo una brulla pianura.

Da Sidney avevo raggiunto Cairns, a sud di Cape York. Con Bruno David e altri archeologi ci avviammo in fuoristrada verso la nostra destinazione finale, Ngarrabullgan: un viaggio di oltre 100 chilometri verso ovest, attraverso l'*outback*. Arrivammo verso il tramonto. L'altipiano rosato si stagliò improvvisamente davanti a noi, nel piatto paesaggio ricoperto da eucalipti. Ngarrabullgan è un enorme monolite squadrato alto 300 metri, delimitato tutto attorno da ripide pareti scoscese. La sua vegetazione è molto diversa da quella della savana circostante: varie specie di piante rare crescono solo in questa località. Con noi c'erano anche alcuni zoologi, interessati a studiare il DNA delle lucertole di Ngarrabullgan, per accertare se l'isolamento geografico avesse prodotto un *drift* genetico.

Nel 1991 Bruno David aveva iniziato gli scavi archeologici in una caverna sull'altipiano. Questo progetto era promosso anche dai Kuku Djanjan, interessati a conoscere il loro passato. Furono trovati alcuni frammenti di carbone, forse provenienti da focolari, in strati che rivelavano la presenza di pietra lavorata dall'uomo. La datazione al radiocarbonio di questo materiale aveva fornito un'età di quasi 40000 anni, una delle più antiche per i siti aborigeni australiani. Ma avendo usato il metodo convenzionale di radiodatazione, erano rimasti molti dubbi sull'età esatta. Nel 1993, Bruno raccolse una squadra di esperti per continuare lo studio dei primi abitanti della caverna di Ngarrabullgan. Il gruppo comprendeva Rhys Jones e Richard (Bert) Roberts, noti studiosi della preistoria australiana ed esperti di nuovi metodi di datazione, come la luminescenza stimolata da laser, impegnati a definire la cronologia della presenza umana in Australia. La mia partecipazione a questa spedizione derivava dalle mie esperienze sulle nuove metodologie di radiodatazione con acceleratori di particelle. In seguito avrei lavorato ancora con Rhys e Bert, per datare le pitture rupestri del Kimberley.

Furono avventure come questa – l'incontro con gli anziani Aborigeni, che mi insegnarono a lanciare il *boomerang* e tentarono, senza successo, di farmi suonare il *didgeridoo*, o forse le lunghe serate davanti al fuoco con gli archeologi, sotto il cielo stellato – ad attirarmi nel Pleistocene dell'Australia. Così è nato, negli anni,

anche il desiderio di scrivere questo libro, un viaggio in bilico tra atomi e *Dreamtime*, tra *ioni* ed *eoni*, come avrebbe detto Rhys Jones, grande archeologo australiano, amico di Amilcare Bietti e di tanti paleoantropologi italiani. Anche Amilcare era un fisico innamorato degli studi del passato profondo, in particolare degli uomini di Neanderthal che frequentavano le gelide pianure laziali, ai tempi degli antenati degli attuali Aborigeni. Ma mentre i Neanderthal andavano estinguendosi, gli *Homo sapiens* arrivati in Australia dall'Africa con un viaggio durato 5000 anni, si moltiplicavano e creavano le gallerie d'arte rupestre del Kimberley e dell'Arnhem Land. In alcune di queste pitture appaiono animali, come il *Diprotodon* e il *Thylacoleo*, misteriosamente spariti dopo l'arrivo dell'uomo.

In questo libro le storie degli Aborigeni di Jones si incrociano con quelle dei Neanderthal di Bietti e degli *hobbit* dell'isola di Flores, fino ad arrivare agli australopitechi che emergono dalle rocce dolomitiche di Sterkfontain in Sudafrica. Questo labirinto dell'evoluzione e della diffusione sul pianeta di *Homo sapiens* e degli altri ominidi può essere percorso solo con l'aiuto della scienza. Vi sono ancora molti passaggi oscuri, e di ciò talora approfittano il pregiudizio antiscientifico e la strumentalizzazione politica.

In questo labirinto, comunque, non sarei mai riuscito a orientarmi da solo, senza i miei coautori, Cheryl Jones e Richard Gillespie, che con me spartiscono la passione per il Pleistocene e l'amore per lo studio delle diverse specie umane che si sono succedute e in parte hanno convissuto in quel remoto passato.

Questa storia non sarebbe stata mai raccontata in italiano senza il contributo entusiasta della traduttrice, Alessandra Solito, e della curatrice della collana, Marina Forlizzi. Sono infinitamente grato a Marco Martorelli, che ha contribuito con professionalità e creatività a plasmare la versione finale di quest'avventura australiana, la *nostra* avventura. *Last but not least*, tutto ciò non sarebbe stato possibile senza l'infinita pazienza di Patrizia, la *sapiens* della mia vita, che ho trascinato a forza nel Pleistocene e che mi ha aiutato con mille consigli.

# Indice

<b>Prefazione</b> di Giorgio Manzi e Telmo Pievani	V
<b>Introduzione all'edizione italiana</b> di Claudio Tuniz	XIII
<b>Junette</b>	1
<i>Parte prima</i> Approdo	
<b>Padroni del tempo e scienziati padreterni</b>	7
<b>Luce e calore</b>	19
<b>La vera età della Donna di Mungo</b>	31
<b><i>Stairway to Heaven: la scala di corallo</i></b>	57
<i>Parte seconda</i> Estinzione	
<b>Tafferugli scientifici</b>	71
<b>I segreti del guscio di Geny</b>	83
<b>Frank, il diprotodonte</b>	99
<b>Animali virtuali</b>	119
<b>Paesaggi del Pleistocene</b>	123
<b>L'invasione del Nuovo Mondo</b>	131
<b>L'odore del passato</b>	141
<b>Bisonti</b>	145
<b>Impatto cosmico</b>	155
<b>Scienza fredda e politica calda</b>	161
<b>La scienza delle estinzioni</b>	169
<i>Parte terza</i> Origini	
<b>La guerra dei geni</b>	177
<b>Le nostre radici</b>	189

---

<b>Hobbit</b>	205
<b>Neanderthal</b>	221
<b>Progetto "vampiro"</b>	235
<b>Ritorno alla terra</b>	251
<b>Epilogo</b>	265
<b>Bibliografia</b>	269
<b>Riconoscimenti</b>	285

# Junette

Junette Mitchell non esitò quando le chiesero il motivo per cui aveva dato un campione del proprio DNA ai genetisti che stavano studiando la storia dell'evoluzione degli Aborigeni australiani. "Volevo vedere quanto assomigliavamo alla Donna di Mungo", rispose pacatamente l'anziana Aborigena della gente Paakantji, la popolazione del territorio fluviale della parte sudoccidentale del Nuovo Galles del Sud.

Al momento di consegnare il campione di DNA, le sue motivazioni erano così forti da farle superare i sospetti che molti Aborigeni nutrono nei confronti delle ricerche genetiche e tali da vincere l'opposizione aborigena alla "scienza coloniale".

Il popolo di Junette Mitchell – che ha una storia di espropri e conflitti territoriali vecchia di oltre centocinquanta anni, risalente all'epoca in cui gli europei ne invasero il territorio, attraversato dai fiumi Darling e Lachlan e dal possente Murray – è tra i proprietari tradizionali della regione dei Laghi Willandra, un'area dichiarata dall'UNESCO Patrimonio Mondiale dell'Umanità, circa 800 chilometri a ovest di Sidney. La regione comprende le vestigia di un sistema di cinque grandi laghi, che un tempo si estendevano per 1000 chilometri quadrati, ormai prosciugati da 18000 anni e ricoperti di sterpeti di atriplici ed eucalipti. Oggi i Paakantji conducono i gruppi turistici lungo le cosiddette *Walls of China* (Mura Cinesi), una spettacolare *Junette* – duna di sabbia a forma di mezzaluna – lunga 30 chilometri, che s'innalza fino a quaranta metri di altezza dalle sponde sudorientali del Lago Mungo, il più centrale dei cinque laghi prosciugati. I Paakantji si occupano anche della gestione del territorio e del patrimonio naturalistico del Mungo National Park, visitato ogni anno da oltre 50000 turisti.

Punteggiate da forme bizzarre, modellate dall'azione dei venti di ponente sulla sabbia di quarzo bianco, le grandi *lunette* della regione dei laghi hanno fatto emergere oltre cento scheletri di esseri umani risalenti a epoche remote. La Donna di Mungo getta luce non solo su una cultura antichissima, ma anche sulla sua interazione con una terra nuova. Quando i primi uomini moderni iniziavano ad avventurarsi in Europa, questa donna si aggirava intorno al Lago Mungo. Le sue ossa e quelle di un suo contemporaneo, l'Uomo di Mungo – dal quale è stato tratto un campione di DNA nel 2001 – sono le più antiche del continente. La cremazione della Donna di Mungo è anche la più antica di cui si abbia conoscenza, e il suo ritrovamento è al centro delle dispute sull'epoca della prima colonizzazione dell'Australia. La Donna di Mungo ha un ruolo di primo piano anche nel più ampio dibattito sull'evoluzione umana, in cui si confrontano l'ipotesi che la nostra specie si sia evoluta in tempi recenti da un'*Eva africana* e quella, alternativa, che essa abbia avuto un'origine più complessa e più antica. Secondo i sostenitori della prima teoria, nota come *out of Africa*, la nostra specie si è evoluta in Africa circa 200.000 anni fa per poi diffondersi su tutto il pianeta, rimpiazzando i discendenti di precedenti ominidi (anch'essi provenienti dall'Africa) di tipo più arcaico. La teoria rivale, detta *multiregionale*, ipotizza che *Homo sapiens* si sia invece evoluto in diversi punti del pianeta, attraverso incroci che avrebbero spinto le diverse componenti della specie umana lungo lo stesso percorso evolutivo. La collocazione dei primi Australiani, degli uomini di Neanderthal dell'Eurasia e degli *hobbit* dell'Indonesia nello schema evuzionistico umano a livello planetario assume pertanto fondamentale importanza in questo dibattito. I sostenitori australiani della teoria multiregionale si cimentano spesso in accesi dibattiti con i sostenitori dell'*out of Africa*, e talvolta le argomentazioni assumono un carattere ideologico. Secondo l'archeologa Hilary du Cros, "Le comunità indigene australiane sosterranno probabilmente la teoria multiregionale, poiché i loro miti sulla creazione affermano che gli Aborigeni sono sempre vissuti qui".

Le sepolture, i focolari e i cumuli di conchiglie rinvenuti in questa zona, nonché i caratteri geomorfologici unici, che nel 1981 sono valsi alla regione dei Willandra lo status di Patrimonio Mondiale dell'Umanità, sono stati talvolta oggetto di conflitto tra scienziati e comunità aborigene – Paakantji, Mutthi Mutthi e Ngyiampaa –

che avevano costituito un'alleanza chiamata "3TTG" (Three Traditional Tribal Groups). Alcuni Aborigeni del luogo si sono veementemente opposti alle ricerche, rifiutandosi di fornire ai genetisti campioni del proprio DNA. "Un mucchio di gente ha detto no", conferma la Mitchell. Quando le fu chiesta la sua opinione sull'opposizione alla ricerca genetica, rispose: "Dipende da che cosa uno vuole... se vuole sapere quanto è simile a quei resti. Ebbene, noi volevamo saperlo".

Junette Mitchell lavora instancabilmente per trasmettere la lingua Paakantji ai bambini della sua gente. Uno dei metodi che utilizza consiste in un gioco chiamato "bisbiglio Paakantji": i bambini si siedono in circolo con Mitchell e si sussurrano all'orecchio nuove parole. È scandalizzata del fatto che alcuni dei bambini più grandi abbiano imparato alcune parolacce nella lingua Paakantji e che le ripetano a scuola, prendendo troppo spesso in giro gli insegnanti che non capiscono la lingua. Vorrebbe anche scrivere un libro illustrato per ragazzi sulla storia Paakantji, però non lascia trapelare le sue credenze in materia di creazione. Le sue idee sull'origine del suo popolo differiscono notevolmente da quelle dei geologi, degli esperti di datazione, dei genetisti, dei biologi e degli archeologi, che si sono recati in pellegrinaggio nella regione dei Willandra sin dal 1968. In quell'anno il geologo Jim Bowler scoprì i resti della Donna di Mungo, che stavano emergendo dall'erosione delle dune nell'allevamento di pecore di Joulni, sulle sponde meridionali del Lago Mungo. Qui la visione scientifica del mondo convive con quella tradizionale. È un equilibrio che talvolta funziona, ma spesso è turbato dalla politica del passato.

Da dove vengono gli Aborigeni? "Beh, non è che sono arrivati fin qui a nuoto" afferma la Mitchell decisa. "Molta gente dice che sono arrivati attraversando le acque. Ma, *ehi!*, io penso sempre che in origine ci fossero dei piccoli uomini. Noi non discendiamo da scimmie, scimpanzé o gorilla, assolutamente no, ma da queste popolazioni di piccoli uomini".

Qui? "In Australia. Sì, ne sono convinta, perché me l'ha detto mia madre, mia nonna, me l'hanno tramandato, sai? Non potevamo arrivare a nuoto fino a qui, il mare era troppo agitato. Siamo stati sempre qui... Posso dire solo questo".

Eppure Junette Mitchell era curiosa di sapere che cosa avesse da dire la genetica sulla sua parentela con quella misteriosa donna

dell'era glaciale che raccoglieva mitili e pesci del lago decine di migliaia di anni fa. Le ricerche scientifiche sulla Donna di Mungo avevano già confermato la sua convinzione, secondo la quale gli Aborigeni erano in Australia "da molto, molto tempo".

"È una conquista importantissima provare che gli Aborigeni si trovavano già in Australia prima che chiunque altro venisse qui", afferma. "La Donna di Mungo lo ha dimostrato... Hanno detto che era una Paakantji, ma è difficile dirlo. Così ho pensato che volevo scoprirlo per bene".

Junette Mitchell fece questi commenti nel corso di un'intervista sotto il gazebo approntato per il Mungo Festival del 2006, organizzato per il venticinquesimo anniversario dell'anno in cui la regione dei Laghi Willandra era stata dichiarata Patrimonio Mondiale dell'Umanità. In un'intervista successiva – rispondendo a domande su un'altra questione "calda" della preistoria, e cioè su quale fosse stata la causa dell'estinzione della megafauna australiana, come il gigantesco uccello *Genyornis* e il *Diprotodon*, un marsupiale di due tonnellate – affermò: "Non credo che siano stati gli Aborigeni. È vero, uccidevano, facevano grandi feste. Ma usavano soprattutto gli animali più piccoli: pesci, tartarughe, gamberi, molluschi. Quando andiamo al fiume, cerchiamo gli animali piccoli; non andiamo a cacciare il canguro adulto. Andiamo a cercare quelli più giovani". Secondo lei, nemmeno la pratica aborigena di bruciare la vegetazione sarebbe stata responsabile delle estinzioni; anzi era decisiva per la rigenerazione del *bush*, la boscaglia dell'arido entroterra australiano.

**Parte prima**

**Approdo**

# Padroni del tempo e scienziati padreterni

I turisti guidavano slittando lungo cento chilometri di argilla rossastra e bagnata, da Mildura fino al parco nazionale. Era il settembre 2006 e stavano andando al Festival di Mungo, dopo una rara notte di pioggia torrenziale in un luogo in cui mediamente cadono appena 250 millimetri di pioggia in un anno. Le strade asfaltate intorno alla Riverina<sup>1</sup> finiscono improvvisamente nei canali di irrigazione, che – per sostenere in questa zona semiarida le colture di specie originarie dell'altro emisfero – prosciugano il già sofferente fiume Murray e le sue acque torbide, infestate da erbacce e pesci, anche questi non autoctoni. Le distese giallo intenso dei fiori di colza contrastano con il verde spento degli eucalipti superstiti. Poi, il paesaggio incongruo di viti, limoni, campi di cotone e placide mucche da latte si apre in radure improvvise, incredibilmente piatte, disseminate di alberi grandi quanto bonsai e arbusti, questi sì autoctoni. La strada scende quindi verso il Lago Outer Arumpo, il più vasto e meridionale tra i bacini del sistema lacustre, prima di inerparsi sopra la *lunette* e proseguire fino a Mungo.

Fuori dal Mungo Visitor's Information Centre, sotto una pioggia-rellina sottile, un Aborigeno stava innaffiando con una buona dose di cherosene un fascio di frasche di eucalipto per aumentarne l'infiammabilità, prima di accenderlo, secondo la tradizione, per la cerimonia del fumo. Se immergi il tuo corpo nel fumo sarai protetto, diceva alla folla. Le melodie naturali degli strumenti dei maestri locali di *didgeridoo*, rilanciate da potenti amplificatori, risuonavano nel corpo più che nelle orecchie degli spettatori. Di fronte a una

<sup>1</sup> Regione della sponda destra del Murray, dove confluiscono nel fiume maggiore il Lachlan e altri corsi d'acqua.

folla di turisti, i danzatori, vestiti del solo perizoma, si esibivano nel vento che urlava e rischiava di farli congelare.

“Tutto ciò succede perché la Donna di Mungo – la nostra antenata, nostra madre, colei che è emersa dalla terra, colei che venne accidentalmente scoperta, colei che fu portata via... – viaggiò nel mondo affinché gli uomini bianchi, notate bene, potessero studiarla”, disse Mary Pappin, l’anziana della tribù Mutthi Mutthi, nel suo saluto di benvenuto. “La nostra cultura è talmente solida e radicata da sfidare qualsiasi tipo di credenza, in tutto il mondo. L’Aborigeno australiano è stato così incredibilmente intelligente, da riuscire a sopravvivere in un ambiente ostile, e continua a farlo tuttora. Sappiamo che, in questo momento, i nostri antenati ci guardano e ci incoraggiano a perpetuare il nostro patrimonio culturale”.

In mezzo alla folla, c’erano alcuni uomini bianchi che avevano partecipato alla conferenza *Legacy of an Ice Age* (Lascito di un’era glaciale), che si era tenuta nel parco nazionale per l’inaugurazione del festival. Gli scienziati non sempre condividono le idee della Pappin, però adorano raccontare l’aneddoto della signora bassina e irascibile che una volta cacciò dalla cittadina alcuni sedicenti cavatori di sabbia, accusandoli di voler violentare Madre Terra.

“Un aspetto importante di questo incontro è la partecipazione degli scienziati e dei tre Gruppi Tribali Tradizionali”, recitava il manifesto della conferenza. “I gruppi di lavoro affronteranno il punto di vista dei custodi tradizionali, esploreranno l’interazione tra scienza e popolazioni indigene, discuteranno della gestione di questo patrimonio”. Scienziati e archeologi, alcuni dei quali attivi sul posto fin dagli esordi delle ricerche, risposero all’appello. Sotto un tendone, seduti accanto ai rappresentanti dei 3TTG, i relatori rabbrivivano cercando di sovrastare i colpi di tosse e il borbottio del generatore esterno; molti interventi si limitavano a ripercorrere o sintetizzare studi precedenti, data la penuria di nuove ricerche causata dal clima politico degli ultimi vent’anni.

I reperti di Mungo erano stati travolti dall’ondata di proteste scatenatesi intorno ai resti aborigeni rinvenuti nel XIX secolo e all’inizio del XX, tuttora conservati in musei e università in varie parti del mondo. Le popolazioni indigene, scottate dalle cattive esperienze con gli pseudoscienziati del primo secolo della colonizzazione, a partire dagli anni Settanta avevano intrapreso un processo di “decolonizzazione mentale”. Rivendicavano la “proprietà

del passato”, il controllo sulle ricerche e maggior voce in capitolo sull’interpretazione dei ritrovamenti. Investivano tempo ed energie per preservare, o addirittura far rivivere, le credenze e i costumi tradizionali, alcuni dei quali erano in aperto conflitto con la visione scientifica. La campagna per far tornare alle comunità aborigene i resti e i manufatti indigeni è iniziata in Tasmania, dove i primi contatti con gli europei erano stati sanguinosi. Oggi la concezione del mondo degli indigeni è molto varia: spazia dalla visione tradizionale a quella cristiana o *new age*, a quella scientifica, fino a un miscuglio di tutte queste.

Molti Aborigeni sono d’accordo nell’essere in disaccordo con gli scienziati, anche se le loro posizioni sulla ricerca, almeno all’interno delle comunità, variano dall’opposizione all’ambivalenza, al sostegno. I Tre Gruppi Tribali Tradizionali hanno bloccato le ricerche sul Bambino di Mungo, probabilmente coevo dell’Uomo e della Donna di Mungo, i cui resti furono rinvenuti a Joulni alla fine degli anni Ottanta. La scoperta è avvenuta in contemporanea con la protesta scatenata dalle celebrazioni del bicentenario della colonizzazione britannica dell’Australia, nel 1988. Le ossa sono state lasciate nella duna, dapprima ricoperte da un pannello di lamiera ondulata, poi protette da un telone e dalla sabbia. Si parlò di uno scavo di salvataggio, ma poi non se ne fece nulla.

Eppure, nel 2006 sembrava che i rapporti stessero migliorando.

I rappresentanti ascoltarono le relazioni sui recenti rinvenimenti di orme fossili, databili a 21000 anni fa. Un ricercatore spiegò come fosse stato stabilito il sesso dell’Uomo di Mungo a partire dall’analisi delle misure anatomiche. Poi, il paleoantropologo Alan Thorne raccontò come, quarant’anni prima, avesse trascorso sei mesi a ricomporre i frammenti del cranio della Donna di Mungo. E infine si riaccese il dibattito sull’estinzione della megafauna. Furono la caccia eccessiva, gli incendi del terreno o i cambiamenti climatici a determinare la scomparsa dei grandi animali?

Fuori un anziano aborigeno, che si crogiolava al sole con un cucciolo di canguro tra i piedi, guardò il padiglione ed esclamò seccamente: “Meglio che stiano qui piuttosto che a costruire bombe”.

I ricercatori e gli anziani vennero caricati su dei pulmini e accompagnati nei principali siti attorno ai laghi, per un’escursione che preparava il terreno a un altro scontro culturale, questa volta tra scienza e arte. Per il festival, com’è inevitabile in queste occasio-

ni, il percorso turistico di Mungo era stato disseminato di installazioni artistiche. Le opere, che affrontavano temi come il tempo o lo "spirito del luogo", lasciarono perplessi molti scienziati. Una di queste installazioni, rotta e abbattuta dal vento, bloccava la strada che conduceva alle Walls of China. Forse la distruzione era stata intenzionale, a simboleggiare il problema della preservazione delle ossa e dei reperti archeologici in un ambiente in perenne cambiamento come quello dei Laghi Willandra. O forse era solo la conferma che nella vita c'è sempre qualcosa a intralciare il cammino.

La visita ai siti di Joulni ebbe tutta la solennità di un Anzac Day<sup>2</sup>. I rappresentanti della conferenza si riunirono sulla *lunette* per osservare dall'alto una cavità in cui, più di trent'anni prima, pioggia e vento avevano fatto emergere, per erosione, gli strati più antichi. Un paletto di metallo segnava il punto dove era stata sepolta la Donna di Mungo di fronte ai resti di una duna scolpita dal vento. Un altro segnale, 450 metri a est, ricordava la tomba dell'Uomo di Mungo, scoperto da Bowler nel 1974. Era terra aborigena: i tre Gruppi Tribali Tradizionali avevano in concessione l'antico allevamento ovino e il pubblico non poteva entrare nell'area. Il luogo era denso di significati anche per i ricercatori che, nei primi tempi, avevano condotto gli scavi nei siti di questa zona. Descritta come la "Rift Valley<sup>3</sup> australiana", per gli Aborigeni rappresenta il centro della creazione, mentre per gli scienziati racchiude il segreto dell'evoluzione della specie umana.

Uno di questi ricercatori, Jim Bowler, un ex mandriano, originario delle Snowy Mountains, è adesso un luminare della geologia, che ha decodificato la storia scritta nei sedimenti, una storia che, come egli stesso afferma, ha cambiato la sua vita. Una storia scritta nella ghiaia grossa portata dalle grandi onde gonfiate dai venti di ponente; nella sabbia sottile di quarzo che il vento ha scagliato dalla spiaggia fino alla *lunette*; nei piccoli grumi di argilla grigia che si staccano dal letto del lago durante la stagione arida; nel wüstenquartz, la polvere desertica di colore rosso, trasportato sulle dune

<sup>2</sup> Ricorrenza civile, che si celebra il 25 aprile di ogni anno, per ricordare i caduti dell'Anzac (Australian and New Zealand Army Corps), le forze armate australiane e neozelandesi, durante la Prima e la Seconda guerra mondiale.

<sup>3</sup> La fossa tettonica della Great Rift Valley, nell'Africa orientale, patria di Lucy e altri noti ominidi, è la regione di riferimento per l'evoluzione umana.

man mano che l'arido Centro australiano si espande; e nei suoli che si formano quando l'accumulo delle dune si arresta. Sin dall'inizio, il metodo di datazione al radiocarbonio aveva rivelato che queste sepolture erano molto antiche. Poi un nuovo metodo, basato sull'energia liberata dai granelli di sabbia, permise di assegnarle a un'epoca ancora anteriore. La sintesi di questi dati racconta una storia familiare agli australiani: quella della lotta contro l'aridità.

Gli studenti di archeologia arrivarono sulla *lunette*. Soltanto alcuni di loro erano Aborigeni, ma bastavano per incrementare il numero degli archeologi indigeni, che erano stati solo una decina durante la conferenza. Subito dopo, John Mulvaney, il padre dell'archeologia australiana pronunciò il suo discorso.

Mulvaney aveva fondato, nel 1960, il dipartimento di preistoria australiana dell'Australian National University ed era stato l'autore del primo testo sull'argomento. Ambientalista, impegnato in strenue battaglie per proteggere il patrimonio culturale aborigeno in Tasmania e nel Parco nazionale di Kakadu, era stato in prima linea nella campagna per includere la regione dei Laghi Willandra nella lista dei Patrimoni dell'Umanità. Nel 1965, aveva dimostrato la presenza umana nel Pleistocene, in seguito alla scoperta del primo sito databile a quell'epoca – la Grotta di Kenniff alle pendici del Monte Moffatt, nel Queensland – dove, a una profondità di tre metri, era stata rinvenuta una serie di manufatti di pietra risalenti a 22.000 anni fa. Poi, insieme a Wilfred Shawcross, aveva condotto gli scavi di Mungo, destinati a essere gli ultimi scavi archeologici della sua carriera.

In occasione del suo ritorno a Mungo nel 2006, quando era già sull'ottantina, non poté trattenersi dal lanciare un'affabile frecciata alle tre generazioni di esperti di datazione che si trovavano lì riuniti: ovvero Richard Gillespie, specialista di datazione al radiocarbonio, e Rainer Grün, John Prescott e Matt Cupper, che si avvalevano di metodi più recenti. In effetti, molti archeologi temono che questi professionisti di scienze arcane possano sottrarre loro completamente lo studio della preistoria. "Vorrei spiegare, in particolare agli scienziati che pensano solo alle datazioni, il significato profondo del sito archeologico di Mungo", disse Mulvaney. "Questo sito non attesta solo un'antica presenza umana, ma molto di più. Le sepolture di questo luogo, adesso datate in modo affidabile, rivelano metodi di cremazione e di inumazione, nei quali i corpi veniva-

no cosparsi di considerevoli quantità di ocre. Secondo i dati a nostra disposizione, l'ocra, doveva provenire da località distanti almeno 200 chilometri da qui. Già 42000 anni fa gli uomini conoscevano il paese e avevano una cognizione sufficiente della geologia per essere a conoscenza di questa ocre. L'interesse fondamentale delle sepolture risiede nel fatto che si tratta di azioni umane. Questo è, per me, il vero significato di Mungo. Nel XIX secolo i popoli indigeni erano considerati semplicemente *selvaggi*, incapaci di contare, di disegnare, insomma subumani. Qui abbiamo, 42000 anni fa, popolazioni che seppellivano i morti. Non sappiamo perché, ma sembra che ci siano dei valori umani: il rispetto e la cura dei morti, la paura della morte e tutto un processo particolare, per cui il cadavere viene incenerito, distrutto e sepolto in una fossa. Qual è il significato di tutto ciò? Perché fare una cosa del genere? Perché ricoprire il corpo di ocre? È chiaro che quelle popolazioni pensavano a una vita nell'aldilà".

\*\*\*

Quando Mulvaney iniziò le sue ricerche, lo studio del passato dell'umanità era ancora appannaggio delle facoltà umanistiche delle università di tutto il mondo. In seguito una *nuova archeologia*, o *archeologia processuale*, travolse il mondo accademico. La nuova archeologia spinse il settore verso le scienze naturali e sociali e considerò gli esseri umani come parte dell'ecologia. Gli archeologi adottarono i principi della filosofia illuministica – positivismo, empirismo, razionalismo e riduzionismo – come base epistemologica. Nell'elaborare teorie per spiegare le ragioni dei cambiamenti nei manufatti e nelle ossa rinvenuti nei siti archeologici, essi erano certi che il metodo scientifico offriva il percorso più affidabile per giungere alla conoscenza: un modo per verificare le loro ipotesi. Mulvaney si dimostrava ambivalente sulla nuova filosofia che stava influenzando la seconda generazione di archeologi preistorici australiani. "Io continuo a essere un umanista", affermò nel 2008. "Potete condurre innumerevoli analisi scientifiche sulle ossa ritrovate, ma queste non vi riveleranno niente della creatività umana. Non potete trattare gli esseri umani allo stesso modo degli animali"<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Conversazione con John Mulvaney, settembre 2008.

Il passaggio alla nuova archeologia avvenne durante le prime fasi della rivoluzione del radiocarbonio, in un periodo in cui gli esperti della datazione – *i padroni del tempo* – stavano appena iniziando a gettare luce sul passato. Erano peraltro in fase di sviluppo anche altri metodi quantitativi di datazione.

Il settore sarebbe stato influenzato negli anni Ottanta e Novanta da un'altra filosofia, la cui ideologia di base affondava le radici a Parigi, e non nel deserto australiano o nei laboratori di ricerca. Un nuovo gruppo di archeologi preistorici, tra cui alcuni con studi scientifici alle spalle, attinse alle idee postmoderniste che stavano prendendo forma nel clima politicizzato delle facoltà umanistiche. Traendo spunto dalla teoria letteraria francese, essi abbracciavano teorie *postprocessuali* sviluppate dall'archeologo britannico Ian Hodder, basate su filosofie non positivistiche in cui l'*interpretazione* dominava sulla *spiegazione*. Secondo tali teorie, l'indagine scientifica del passato non può essere oggettiva, essendo condizionata dal sistema sociale in cui viene elaborata. I postmodernisti considerano quindi la verità come un mito, ritengono che la ricerca sia viziata da un irrimediabile preconetto, e guardano alla scienza semplicemente come a "un altro testo", ovvero una costruzione occidentale, ritenendo il passato inconoscibile e la politica più importante della conoscenza. Molti deridono, o "decostruiscono", gli scienziati con cui non si trovano d'accordo, tacciandoli di razzismo o sessismo. È impossibile valutare l'impatto del postmodernismo sugli studi preistorici, e in ogni caso sono molti gli studiosi e i dipartimenti universitari che, per dirla con i surfisti, hanno lasciato passare l'onda sopra di loro. A ogni modo, la filosofia ha avuto ricadute in alcuni dibattiti accademici e tra i curatori dei beni culturali.

Tim Flannery – uno scienziato abituato a dire pane al pane e vino al vino, noto per aver sostenuto che sarebbe stata un'unica campagna di caccia, una sorta di "guerra lampo", a spazzare via la megafauna australiana – fu attaccato violentemente per il presunto rischio che le sue idee fossero strumentalizzate dalle forze anti-ambientaliste. Nel frattempo Mulvaney fu criticato per la sua opposizione alla risepoltura di resti umani antichi. Un intero progetto di ricerca universitario venne dedicato alla decostruzione delle tre edizioni del suo libro *Prehistory of Australia*. In una tesi del 2005, Belinda Liebelt, della Flinders University, affermò di avere smascherato i significati reconditi presenti all'interno dei libri di testo di

archeologia che "soggiogano e opprimono la conoscenza che gli indigeni hanno di se stessi e del proprio passato, reputandola inadeguata e priva di fondamento scientifico".

La maggior parte degli studiosi con una visione scientifica del mondo concorda nell'affermare che questa disciplina è influenzata, fino a un certo livello, da fattori culturali e sociali. "Questo non vuol dire che la conoscenza scientifica è uguale a quella prodotta dall'oroscopo dell'ultima pagina del *Women's Weekly*", afferma Tim Murray dell'Università La Trobe.

A complicare le cose sopraggiungono le rivalità tra gruppi di ricerca, università e musei, che gareggiano per accaparrarsi posizioni prestigiose e fondi sempre meno consistenti. I ricercatori difendono gelosamente i siti ai quali hanno consacrato anni di lavoro dalle rivendicazioni provenienti dai gruppi di ricerca rivali, che presentano dati nuovi.

Uno degli autori di questo libro, Cheryl Jones, ha scritto che "l'archeologia senza la scienza è soltanto poesia". La preistoria si appoggia alla scienza per la determinazione delle date, per la lettura delle storie complesse scritte nei sedimenti, nei fossili e nel DNA. I grandi gruppi di ricerca comprendono tipicamente sia scienziati sia archeologi. Tuttavia, quando viene pubblicato un articolo scientifico, alcuni protagonisti adottano la tattica degli attivisti politici, violando il protocollo auto-correttivo della scienza, che prevede l'esame da parte di ricercatori indipendenti e la ripetizione dei risultati, e si schierano su posizioni faziose. Il dibattito infuria sui media e in presentazioni pubbliche, piuttosto che su riviste specializzate. Vengono messe in moto le macchine delle pubbliche relazioni di musei e università. La faziosità e la mancanza di rigore scientifico hanno portato ad alcune cantonate colossali, ben note a livello internazionale.

I grandi dibattiti australiani trovano eco anche negli Stati Uniti, in Canada e nelle isole del Pacifico. Il continente nordamericano e l'Australia sono accomunati da una curiosa storia ambientale, caratterizzata dalla rapida estinzione dei grandi animali dopo l'arrivo di consistenti popolazioni umane. Negli Stati Uniti come in Australia, nonostante le conoscenze scientifiche acquisite su queste estinzioni, alcuni gruppi di studiosi si rifiutano di accettare le prove, forse perché simpatizzano politicamente con le moderne popolazioni indigene. E il dibattito sul rimpatrio dei resti umani si

riverbera su quei Paesi in cui le *prime* popolazioni hanno vissuto una storia di espropri e soprusi: negli Stati Uniti esso ruota attorno all'accesa disputa sui resti dell'Uomo di Kennewick, vissuto 9000 anni fa. Scoperto nel 1996 lungo le sponde del fiume Columbia nello stato di Washington, l'Uomo di Kennewick si dice sia più simile alle popolazioni indigene del Giappone, come gli Ainu, che ai moderni nativi americani. Questa disputa, nota anche al grande pubblico, ha avuto luogo nelle aule giudiziarie e parlamentari, sulle riviste accademiche e sui media.

Questo libro non è un trattato di epistemologia formale e risparmierà al lettore alcune oscure tesi di Foucault e Derrida. Si parlerà, tuttavia, dello scontro tra scienziati e politica nel tentativo di rispondere a quattro domande fondamentali, che hanno dominato gli studi sulla preistoria australiana. Da dove provengono gli Aborigeni? Come e quando sono giunti in Australia? Chi erano? Come interagirono con l'ambiente?

Alcuni dei risultati e delle ipotesi qui riportati verranno in seguito affinati – o abbandonati – mano a mano che emergeranno altri dati. Il cuore del nostro interesse sarà la preistoria australiana, ma illustreremo anche il ruolo fondamentale dell'Australia nelle questioni globali che riguardano il passato della nostra specie, compresa l'evoluzione e la dispersione del genere umano durante l'Era Quaternaria, il periodo geologico più recente. Questo libro scaturisce da anni di ricerche, di visite presso siti archeologici e laboratori in tutto il mondo, di conferenze e colloqui con alcuni tra i maggiori esperti mondiali del settore.

\*\*\*

Verso la fine del 2006 si nutrivano grandi speranze sulla ripresa delle ricerche nella regione dei Laghi Willandra. Un gruppo di scienziati, guidati dall'esperto di datazione Rainer Grün dell'Australian National University, e i tre Gruppi Tribali Tradizionali avevano ottenuto dal governo 735 000 dollari australiani per realizzare un ambizioso studio all'interno della regione, finalizzato al miglioramento della conservazione di scheletri, antichi focolari e resti preistorici di cibo, che subivano costantemente l'erosione delle dune. Gli studiosi si sarebbero avvalsi di satelliti, laser, aerei, nonché di nozioni avanzate di fisica e geomorfologia e di conoscenze tradizionali. Il

progetto ebbe una spinta in seguito alla distruzione da parte del vento e della pioggia di uno scheletro esposto sulla sabbia. La distruzione allarmò gli anziani, eppure la ricerca sui resti umani continuava a non essere all'ordine del giorno. Inoltre, se si eccettuano gli scavi di salvataggio nei casi urgenti che rientravano all'interno di un progetto guidato dai 3TTG, solamente la conservazione *in situ* fu autorizzata dai proprietari tradizionali. Tuttavia si sperava che individuare un *centro di custodia* in cui riporre i resti dei Laghi Willandra avrebbe spianato la strada alla ricerca.

Eppure c'erano segnali allarmanti che la politica stesse indebolendo un fondamento scientifico essenziale: la valutazione dei risultati da parte di ricercatori indipendenti (*peer review*), in un sistema di controlli bilanciati (*check and balance*), che è basilare per il metodo scientifico. La rivista britannica *Nature* e quella americana *Science*, così come altre centinaia di testate, sottopongono i manoscritti a valutazioni indipendenti prima di pubblicare una ricerca. Teoricamente, quindi, scienziati indipendenti esperti di quel determinato campo esaminano la ricerca considerandone il solo valore scientifico; le riviste accettano o rifiutano gli articoli sulla base delle raccomandazioni di questi *referee* e della risposta degli autori, ai quali l'identità dei *referee* viene generalmente tenuta segreta. Quando devono decidere se concedere fondi, gli enti che sovvenzionano le ricerche valutano le richieste di finanziamento seguendo il medesimo estenuante procedimento.

Una volta un *referee* ha descritto la domanda di finanziamento avanzata da un gruppo di ricercatori di reputazione eccelsa come il "neocolonialismo camuffato degli scienziati padreterni" che analizzano campioni con "i loro costosi macchinari". Un'altra proposta di finanziamento – questa volta per un progetto che dipendeva in maniera cruciale dall'interpretazione di alcune sottigliezze di fisica avanzata – fu attaccata da un revisore perché il gruppo di ricerca non comprendeva archeologi di formazione umanistica.

"[...] Si tratta di una richiesta estremamente arrogante", scrisse il *referee*. "[...] Questa richiesta è avanzata da scienziati che disprezzano gli archeologi", continuava il rapporto, sottintendendo che coloro che richiedevano il finanziamento – un gruppo di specialisti di altissimo livello – erano semplicemente dei tecnici.

Il disagio delle popolazioni indigene, i loro diritti e le soluzioni ai loro problemi rientrano nelle questioni politiche. Ma quanto è

accaduto nel lontano passato rappresenta una questione scientifica. Il concetto che l'ideologia moderna determini la realtà di 50000 anni fa non è nemmeno degna di confutazione. Come i loro compatrioti, gli scienziati e gli archeologi australiani soffrono per i problemi degli Aborigeni. Alcuni sono stati accusati di essere "manovrati dai razzisti" per i loro risultati considerati politicamente sensibili, ma è chiaro che non c'è niente di ripugnante nella preistoria che emerge dalle loro ricerche.

Questa è la storia di fisici, chimici, geologi, esperti di datazione, paleontologi, paleoantropologi, genetisti, biologi, paleoecologi e archeologi che illuminano il passato più remoto, avvalendosi del metodo scientifico. Tale metodo guarda al mondo attraverso la sperimentazione e l'osservazione, con un approccio introdotto da Galileo Galilei e Francis Bacon 400 anni fa. Gli scienziati sottopongono i dati, l'analisi e l'interpretazione, al rigoroso scrutinio dei colleghi, finendo spesso per dibattere animatamente tra di loro. Alcuni utilizzano isotopi generati dalle radiazioni delle stelle esplose, per datare l'arrivo dei primi uomini in Australia. Altri utilizzano i gusci delle uova di uccelli estinti e gli antichi pollini presenti nei sedimenti, per valutare l'impatto ambientale degli Aborigeni. Altri ancora leggono le testimonianze della migrazione umana nel sangue che pulsa nelle nostre vene. Sono loro i *padroni del tempo* e gli *scienziati padreterni neocolonialisti*: questo libro racconta ciò che hanno da dirci.

# Luce e calore

“Cammina verso la mia voce”. Richard Roberts, esperto di datazione tramite luminescenza, “mostra” il suo laboratorio, immerso nel buio pesto. Un collega si appresta a pulire alcuni campioni nel potente acido cloridrico, illuminato da un unico punto di fioca luce rossa. Il “laboratorio a deprivazione sensoriale” disorienta tutti salvo gli iniziati. Qui Roberts determina la datazione di antiche ossa e manufatti, esponendo alla luce o al calore i grani della sabbia in cui i reperti erano stati sepolti. I campioni, raccolti evitando accuratamente qualsiasi esposizione alla luce, devono rimanere al buio fino al momento dell’analisi.

I cristalli di quarzo hanno assorbito energia dagli elementi radioattivi della Terra – potassio, uranio e torio – e dai raggi cosmici. L’energia ha spostato alcuni elettroni del quarzo dalle loro posizioni abituali; questi elettroni si sono quindi accumulati nelle vacanze reticolari del cristallo, in misura proporzionale al tempo trascorso. Le *trappole per gli elettroni* sono spesso create da atomi estranei che hanno sostituito quelli di silicio, alterando la distribuzione delle cariche elettriche nel reticolo.

Nella stanza vicina, anch’essa immersa nel buio più totale, uno strumento sofisticato proietta la luce verde di un laser su un campione di grani di sabbia, costringendo gli elettroni a tornare nelle loro posizioni originarie. Gli elettroni rilasciano l’energia in eccesso sotto forma di luce ultravioletta, la cui intensità consente di stabilire l’epoca in cui i grani sono stati esposti per l’ultima volta al sole, prima di essere sepolti. La datazione basata sulla luminescenza stimolata otticamente (OSL, *optically stimulated luminescence*) è una variante della termoluminescenza, un metodo che riporta gli elettroni allo stato fondamentale per mezzo del calore.

La scoperta della luminescenza risale al 1663, quando il chimico britannico Robert Boyle si portò a letto un diamante. In quello che deve essere stato uno degli esperimenti più divertenti della rivoluzione scientifica del XVII secolo, egli osservò che, a contatto con “una parte calda” del suo corpo, la pietra emetteva “barlumi di luce”. Nel 1895 il fisico tedesco Eilhard Wiedemann notò che vari cristalli, esposti alla radiazione dei misteriosi “raggi catodici” (che oggi sappiamo essere elettroni), emettevano luminescenza. Gli esperimenti sulla *luce fredda* spianarono la strada alla scoperta dei raggi X da parte di Wilhelm Conrad Röntgen, avvenuta quello stesso anno, e della radioattività naturale nell’anno successivo.

Nel 1953, il chimico americano Farrington Daniels e i suoi collaboratori proposero l’applicazione della termoluminescenza alla datazione archeologica. All’inizio degli anni Sessanta Martin Aitken, dell’Università di Oxford, impiegò questo metodo per datare delle ceramiche ritrovate in alcuni siti archeologici. Le innovazioni tecnologiche degli ultimi cinquant’anni nel campo della fotonica hanno non solo aumentato la precisione della datazione basata sulla luminescenza, ma anche esteso la sua applicazione su una scala temporale più ampia. Il metodo può raggiungere anche mezzo milione di anni, ben oltre i 50000 che rappresentano la *barriera del radiocarbonio*. L’Australia, che possiede siti archeologici di età superiore a tale limite, ha quindi prontamente adottato il metodo.

Sebbene abbiano le loro radici nelle asettiche *hard sciences*, queste ricerche di laboratorio hanno scaraventato Richard Roberts della Wollongong University e altri scienziati nel bel mezzo di un campo minato, dal punto di vista politico.

Le prime popolazioni umane giunsero in Australia nel tardo Quaternario. Iniziato 2,6 milioni di anni fa<sup>1</sup>, il Quaternario si suddivide in Pleistocene e Olocene (l’epoca più recente, corrispondente agli ultimi 12000 anni) ed è caratterizzato non solo dall’emergere e dal diffondersi del nostro genere, *Homo*, ma anche dall’inizio dei cicli di ere glaciali che sono tuttora in atto. Dal punto di vista geo-

<sup>1</sup> La International Commission on Stratigraphy (ICS) – l’ente incaricato di pianificare i “paletti” che delimitano ciascuna epoca geologica – ha approvato nel 2009 la proposta di fissare l’inizio del Quaternario a 2,588 Ma (milioni di anni), sulla base di considerazioni paleoclimatiche. In precedenza, il Quaternario era fatto iniziare 1,805 Ma, sulla base di considerazioni biostratigrafiche.

logico, si tratta però di un periodo molto breve e i geologi della *terra solida*, che studiano gli strati più profondi della crosta terrestre, considerano sdegnosamente il Quaternario alla stregua di *sporizia superficiale*. Alcuni di essi, nell'ambito della International Commission on Stratigraphy, hanno addirittura cercato di cancellarlo dalla cronologia geologica, fondendolo con il Neogene<sup>2</sup>. Nel frattempo, anche alcune universitarie femministe australiane – che concentravano la loro attenzione sulle condizioni più tiepide dell'Olocene, registrate nei sedimenti superficiali – se la sono presa con il Pleistocene, attaccandolo come area di indagine riservata ai maschi che battevano l'*outback*<sup>3</sup>, per rispondere alle "grandi questioni" di risonanza internazionale, come la datazione della prima colonizzazione umana.

In un volume che raccoglie gli atti del secondo congresso "Australian Women in Archaeology", tenutosi ad Armidale nel 1993, le archeologhe Laurajane Smith e Hilary du Cros scrivono:

La maggior parte delle ricerche sul Pleistocene è stata condotta da uomini mentre [...] tradizionalmente la ricerca sull'Olocene è considerata l'opzione *soft* dell'archeologia australiana. [...] Gli ultimi venti, trent'anni possono essere indubbiamente descritti come un periodo che vede gli archeologi (per la maggior parte di sesso maschile) costantemente impegnati negli scavi (riguardanti principalmente il Pleistocene) in siti dislocati in aree rurali o nell'*outback*. È importante osservare che negli anni Sessanta e Settanta la ricerca archeologica era ritenuta prerogativa quasi assoluta dei ricercatori maschi, e che questi ricercatori erano interessati alle *grandi questioni* considerate di rilevanza mondiale. Inoltre costoro conducevano ricerche in regioni o aree considerate prestigiose, o per la loro estrema antichità (risalenti cioè al Pleistocene) o perché situate in zone aride e impervie – le stesse che, nella cultura popolare australiana, sono strettamente associate al *machismo* e al coraggio fisico – ritenute inadatte alle donne. Inoltre le maggiori scoperte fatte dai ricercatori in questo periodo erano per lo più

<sup>2</sup> La mossa ha fatto infuriare i geologi della International Union for Quaternary Research (INQUA), che si sono opposti all'eliminazione del Quaternario, proposta solamente, secondo loro, per rendere più "ordinata" la cronologia geologica. Gli australiani – tra i quali Brad Pillans, esperto di datazione paleomagnetica dell'Australian National University – hanno preso le parti dell'INQUA.

<sup>3</sup> Termine che designa le regioni interne e semidesertiche dell'Australia.

associate alle tecniche di datazione al radiocarbonio, e ciò ha praticamente dominato le ricerche archeologiche australiane. Uno degli eventi più significativi dell'archeologia australiana è stata la datazione di un focolare nel Lago Mungo, risalente a circa 32000 anni [*pari a un'età calibrata di 36000 anni: vedi pp. 53-56*]. Le scoperte e le datazioni di questi siti pleistocenici sono tuttora considerate eventi archeologici di primo piano, e nuovi ricercatori vengono accolti nel "club del Pleistocene" dopo aver ottenuto conferma della loro prima datazione pleistocenica.

Rhys Jones, archeologo dell'Australian National University, era membro di quel club, insieme a un gruppo sempre più nutrito di esperti di datazione. Uno degli autori di questo libro – Claudio Tuniz (anch'egli membro del club), che negli anni Novanta dirigeva uno dei due centri australiani di datazione al radiocarbonio mediante spettrometria di massa con acceleratore – ricorda ancora la scarica di adrenalina provata quando datò a 36000 anni Ngarrabullgan, il sito di Cape York che studiava in collaborazione con l'archeologo Bruno David, oggi alla Monash University. Quando Tuniz entrò nel gruppo, diretto da Richard Roberts e comprendente anche Jones e Mike Morwood, che doveva datare le controverse pitture rupestri di Bradshaw, nel Kimberley, John Head, specialista di datazione al radiocarbonio dell'Australian National University, lo mise in guardia dai pericoli della politica che incombevano sugli studi preistorici in Australia. Roberts stava usando la tecnica OSL per ottenere un'età minima delle pitture rupestri, datando i grani di sabbia presenti nei nidi di fango costruiti dalle vespe sulla loro superficie.

Roberts aveva utilizzato per la prima volta il metodo della luminescenza durante una ricerca sull'impatto delle scorie derivanti dalle attività estrattive della miniera di uranio Ranger del Northern Territory, situata all'interno di uno dei maggiori tesori ambientali australiani, il Kakadu National Park. Al momento di datare i banchi di sabbia della pianura alluvionale di Magela, si mise in contatto con Jones, proponendogli di condividere i risultati sui siti archeologici presenti nelle medesime formazioni e di effettuare insieme ulteriori datazioni sui manufatti che si trovavano a maggiore profondità nei sedimenti, all'interno di livelli privi di materiale organico databile con il metodo al radiocarbonio.

Rhys Jones, uno studioso originario del Galles formatosi all'Università di Cambridge, era un uomo del Rinascimento e un piacevo-

le conversatore, con un particolare senso dell'umorismo. Poco prima di morire di leucemia nel 2001, raccontava di come un giornalista gli avesse chiesto di intervistarlo, per scrivere in anticipo il suo necrologio. Jones aveva accettato l'invito. Era arrivato in Australia nel 1963, il periodo d'oro dell'archeologia australiana. Col tempo iniziò a sospettare che il metodo al radiocarbonio non potesse estendersi a datazioni superiori a 40000 anni, facendo automaticamente apparire più recenti le datazioni dei siti archeologici più antichi d'Australia.

Se la sua intuizione era corretta, gli antenati degli Aborigeni australiani avrebbero potuto essere i discendenti del primo gruppo di umani moderni uscito con successo dall'Africa, e nel dibattito sull'origine della nostra specie l'Australia sarebbe stata promossa da una posizione marginale a una centrale. Jones era scontento dal fatto che la sua disciplina cedesse sempre più il passo agli scienziati, perdendo il legame fondamentale con le discipline umanistiche. Durante un convegno internazionale di archeometria (la scienza delle misurazioni archeologiche), tenutosi nel 1982 presso l'Australian Museum di Sydney, manifestò le sue preoccupazioni sulle tensioni tra archeologia e scienza in una relazione dal titolo *Ioni ed eoni: riflessioni sulla scienza archeologica e sull'archeologia scientifica*, che si concludeva così: "se l'archeometria non è archeologia, allora non è niente".

Ma, forte di una formazione che abbracciava tanto le discipline umanistiche quanto le scienze naturali, Jones temeva anche un indebolimento dell'archeologia sotto l'influenza del postmodernismo. All'Università di Cambridge, sua *alma mater*, venne fischiato quando avanzò l'ipotesi che un curatore di museo avrebbe potuto subire pressioni per presentare come un fatto la visione tradizionale, cioè che gli Aborigeni erano sempre stati in Australia, che erano di origine autoctona ed erano spuntati lì dalla terra.

Talvolta la scienza avvalorava le credenze tradizionali: alcune tradizioni dell'Australia settentrionale, che descrivono figure mitiche del *Dreamtime*<sup>4</sup> giunte dal mare, collimano con le scoperte scientifiche, che avvalorano una colonizzazione umana a partire dall'Asia

<sup>4</sup> Nella mitologia aborigena rappresenta l'epoca della creazione da parte di spiriti ancestrali. Ciò che avvenne durante il *Dreamtime* stabilisce i valori e le leggi degli Aborigeni.

sud-orientale. Secondo Laurajane Smith, esperta nella gestione del patrimonio culturale aborigeno, dell'Università di York "[...] il sapere archeologico è fondato sul positivismo logico, che pone l'accento sull'oggettività e sulla razionalità. Questo concetto [...] assicura l'autorità dei giudizi archeologici, ma contemporaneamente svaluta l'autorità della conoscenza indigena".

Jones accolse con entusiasmo la possibilità, offerta da Roberts, di avvalersi della luminescenza come metodo di datazione; a loro si unì anche l'archeologo Mike Smith, del National Museum of Australia, che aveva lavorato in uno dei più antichi siti desertici, il riparo sotto roccia di Puritjarra, vicino alle alture delle MacDonnell Ranges nell'Australia centrale. Jones si muoveva agevolmente tra le culture aborigena ed europea; all'inizio della sua carriera, infatti, aveva trascorso più di un anno a stretto contatto con i Gidjingarli, popolazione dell'Arnhem Land, per condurre uno studio di etnologia con la moglie, l'antropologa Betty Meehan. Jones introdusse quindi Roberts e Smith, relativamente profani, agli usi e ai costumi delle popolazioni del nord.

Quando, nel 1990, i tre pubblicarono sulla rivista *Nature* le datazioni del riparo sotto roccia Malakunanja II, che si riferivano a un'epoca oscillante tra 52 000 e 61 000 anni fa, la notizia fece scalpore in tutto il mondo, con grande sorpresa di Roberts, che aveva affrontato il problema dal punto di vista di un geomorfologo. "Mi sono sempre occupato della datazione di campioni risalenti a un quarto di milione di anni fa" affermò. "I nostri risultati hanno arretrato la data della prima colonizzazione da 40 000 a 60 000 anni, e non mi sembrava che questa rivelazione valesse in realtà più di mezzo penny. Poi ci fu quel gran can can, e fui sorpreso nel vedere tutto quell'interesse".

Tuttavia molti avanzarono dubbi sui risultati ricavati con questo nuovo misterioso metodo di datazione, e affermarono che i risultati non potevano essere considerati validi senza essere corroborati da date antiche di altri siti. In un amabile scambio di opinioni tra specialisti, l'archeologa Sandra Bowdler tacciò il gruppo di "spacconeria" e, durante l'esposizione di uno studio che illustrava il metodo di calcolo dei margini di errore nella determinazione delle date, si esprime così: "Adesso, se non ci siamo lasciati completamente abbagliare dalla Scienza, saremo in grado di discernere a stento ciò che forse stanno cercando di dimostrare".

I risultati di Malakunanja II vennero in seguito avvalorati dal sito attiguo di Nauwalabila I, nel quale si ottennero, grazie alla tecnica OSL, età che oscillavano tra 53 000 e 60 000 anni. Roberts era tuttavia sul punto di rimanere invischiato in una più delicata controversia, che ruotava attorno a un sito del *dreaming track*<sup>5</sup> degli Aborigeni, nella parte della regione del Kimberley situata nel Northern Territory.

In un articolo intitolato “La scoperta di una Stonehenge dell’outback che riscriverà la nostra storia”, venne rivelata la sensazionale scoperta del riparo sotto roccia di Jinmium, un enorme blocco di pietra arenaria chiamato con il nome di uno spirito ancestrale femminile, al quale era stata attribuita una nuova datazione che anticipava la prima presenza umana in Australia a circa 176 000 anni fa. Questo annuncio ebbe risonanza nei media di tutto il mondo, e le sensazionali notizie sulle datazioni rilevate nell’area monsonica della parte nord-occidentale del territorio seguirono di poco la vittoria schiacciante degli Aborigeni, che avevano portato un caso di *titolo nativo* fino alla Corte Suprema<sup>6</sup>. Per di più la notizia piombò nel bel mezzo del clima di agitazione attorno alle problematiche razziali australiane. “Nell’atmosfera politicamente accesa della regione del Kimberley, in cui i proprietari tradizionali aborigeni cercano di riprendere il controllo sulla terra sottratta loro dagli allevatori [...] questa scoperta è dinamite allo stato puro”, scrisse James Woodford, il giornalista del *Sidney Morning Herald*, che nel settembre 1996 lanciò la notizia.

Un gruppo di ricerca – composto da Lesley Head della Wollongong University, da suo marito Richard Fullagar, all’epoca archeologo dell’Australian Museum di Sidney, e dallo specialista di datazione David Price, anch’egli della Wollongong University – aveva ottenuto con la termoluminescenza età comprese tra 50 000 e 75 000 anni per la sabbia associata alle raffigurazioni rupestri del sito (graffiti circolari incisi sulla pietra), a 50 chilometri dalla foce

<sup>5</sup> Le strade immaginarie, connesse al mito della creazione, che si intrecciano in Australia secondo la mitologia aborigena.

<sup>6</sup> Il *native title* è il riconoscimento da parte della legge australiana che alcuni popoli indigeni hanno diritti e interessi sulla loro terra, che prescindono dalla proprietà legale e derivano da loro leggi e costumi tradizionali. Il titolo nativo è stato oggetto di accese controversie a proposito dei diritti degli Aborigeni.

del Keep River. I risultati suggerivano che le raffigurazioni rupestri, alcune delle quali erano su massi franati dalle pareti e rimasti sotterrati, precedessero di decine di migliaia di anni le pitture della Grotte Chauvet, in Francia, raffiguranti mammut, cavalli e bisonti. Ancora più sorprendente era l'età attribuita ai manufatti, riemersi da 160 centimetri di profondità con datazioni oscillanti tra 116 000 e 176 000 anni; queste datazioni erano in grado di triplicare la durata dell'occupazione del continente. Si parlò persino di un'*Eva australiana*.

“Stando a quanto affermano gli scienziati nei loro articoli” scrisse Woodford, “l'Australia potrebbe essere stata occupata originariamente da una delle diverse specie umane arcaiche – cioè specie umane primitive oggi estinte – che vivevano nell'Asia sud-orientale. Ancora più controversa è l'ipotesi che gli esseri umani moderni possano essersi evoluti da questi esseri umani arcaici indipendentemente dal resto del mondo, nel corso di un'interazione con il territorio australiano durata 176 000 anni”.

Molti ricercatori cercarono di attenuare tali affermazioni man mano che la notizia veniva diffusa sulle pagine dei quotidiani, tra i quali anche il *New York Times*, e amplificata da radio e televisioni di tutto il mondo. Gli esperti di datazione temevano che l'incidente potesse compromettere l'impiego del metodo della luminescenza, relativamente nuovo, che si diceva fosse affidabile solo se usato con cautela. Il gruppo che dal 1993 scavava nel sito, si trovò a doversi difendere dall'accusa di protagonismo, perché si lasciò intervistare dai media prima ancora della pubblicazione formale della ricerca, avvenuta poi su *Antiquity*, prestigiosa rivista britannica di archeologia.

L'archeologo Mike Morwood, oggi alla Wollongong University, dichiarò pubblicamente di essere uno dei *referee* di *Antiquity* e di avere sconsigliato la pubblicazione dell'articolo sulla ricerca proprio per i metodi di datazione. Fu una scelta inconsueta, dato che generalmente i nomi dei *referee* rimangono segreti: questa mossa creò divisioni che sarebbero durate anni. Morwood accusò il gruppo di imprudenza per aver reso pubblici i risultati della ricerca prima ancora di approfondire il lavoro sulle datazioni.

Questo metodo di datazione funziona solamente se la luminescenza all'interno dei grani di sabbia è stata *azzerata* dall'esposizione al sole o al calore prima che i cristalli si immergano nell'oscuri-

tà; il momento dell'immersione corrisponde al *tempo zero* dell'orologio subatomico, che inizia a *ticchettare* non appena la radioattività ambientale comincia ad accumulare nuovamente il segnale della luminescenza. David Price aveva impiegato la termoluminescenza sui grani di sabbia provenienti dagli stessi strati delle pitture e dei manufatti. Si era ventilato l'impiego del più accurato metodo OSL da parte di Roberts, ma ciò avrebbe richiesto altro tempo. Molti esperti di datazione, incluso Roberts, ritenevano infatti che i reperti di Jinmium non avessero subito un'esposizione al sole tale da essere azzerati. I cristalli di quarzo sarebbero stati cioè "portatori" di un'età *residua*, con l'effetto di retrodatarne la cronologia. Tra gli scettici vi era Nigel Spooner, all'epoca presso l'Australian National University; al convegno di Sidney sull'archeometria australiana, organizzato da Fullagar e Tuniz, affermò che le prove dell'insufficiente *azzeramento* erano confermate dagli stessi dati del gruppo di Jinmium, cioè dalla *curva dell'emissione luminosa* del campione. Il suo studio venne pubblicato su *Antiquity*, ma il gruppo di Jinmium continuò a sostenere i propri risultati. Fullagar affermò sul *Canberra Times* che rispettava il punto di vista di Spooner, però disse: "Non possiamo mettere in discussione le nostre date solamente perché qualcuno le ha rivalutate a occhio a partire da grafici, cifre e simili".

L'argomento era ancora controverso quando *Antiquity* pubblicò l'articolo di Fullagar, Head e Price nel dicembre 1996. Nell'editoriale, Christopher Chippindale difese la decisione di accettare l'articolo nonostante il parere negativo del *referee* e di approvare la diffusione della storia sui media prima della pubblicazione sulla rivista. Neppure le affermazioni secondo le quali i risultati erano in conflitto con la teoria *out of Africa* erano, a suo parere, un motivo valido per rifiutare l'articolo. Dal momento che l'emergere della specie umana in Africa si fa risalire a un'epoca compresa tra 100000 e 200000 anni fa, i risultati di Jinmium non mettevano in discussione la teoria dell'origine africana. "Non vedo perché dovremmo respingere i risultati di Jinmium per paura che qualche collega, o qualche giornalista pronto a trarre conclusioni affrettate, potrebbe decidere di attaccare e smontare il modello *out of Africa* sulle origini di *Homo sapiens*. Non è così, e lo affermano gli autori stessi (che si sono affrettati a precisarlo)."

L'articolo affermava:

Le stime sull'età dei primi ominidi moderni oscillano, a livello mondiale, tra 100 000 e 200 000 anni [...]. La cronologia e la classificazione degli ominidi dell'est asiatico sono alquanto frammentarie in quest'epoca, sebbene alcune forme arcaiche (come a Ngandong nell'isola di Giava) risalgano probabilmente a 100 000 anni fa [...]. Non è impossibile che ominidi pienamente moderni fossero presenti nella stessa epoca nell'Asia sud-orientale, anche se le prove della presenza di esseri umani in Australia in quest'età antichissima (rispetto ai 60 000 anni circa che emergono dalle date degli strati più profondi dei siti dell'Arnhem Land) aumentano le possibilità di una colonizzazione da parte di esseri umani arcaici. Inoltre il livello del mare è stato bassissimo per un lungo periodo precedente 135 000 anni fa e ancora basso in diverse fasi dell'ultima era interglaciale, e ciò avrebbe potuto favorire le traversate di esseri umani dall'Asia sud-orientale all'Australia.

I multiregionalisti fecero subito propri questi risultati. Il *New Scientist* citò Alan Thorne, dell'Australian National University, secondo il quale: "Qualsiasi datazione che vada al di là dei 120 000 anni mette in difficoltà i sostenitori della teoria africana. Queste datazioni fanno pensare che, se gli esseri umani moderni si sono evoluti in Africa, devono contemporaneamente avere anche inventato la bicicletta, per andarsene un po' in giro e poi prendere la prima zattera per l'Australia".

Nel 1998 Roberts effettuò nuove datazioni nel sito, utilizzando la OSL. Questo segnale di luminescenza può essere azzerato con pochi secondi, o al massimo pochi minuti, di esposizione al sole, contro le ore o i giorni che invece occorrono per portare a zero l'orologio della termoluminescenza. La ragione di questa differenza è racchiusa nel regno della fisica quantistica. Entrambi i metodi richiedono l'accurata misurazione delle radiazioni presenti nel sito. La tecnica OSL consente inoltre l'analisi dei singoli grani, permettendo la valutazione diretta dell'età residua. Il gruppo di Roberts – che comprendeva anche l'esperto di OSL Jon Olley e gli statistici Rex Galbraith e Geoff Lashett – esaminò mille singoli grani di sabbia e fu in grado di escludere dall'analisi i cristalli non *azzerati*. I risultati ottenuti con la luminescenza – avvalorati dalla datazione al radiocarbonio, condotta dal gruppo di Tuniz presso l'Australian Nuclear Science and Technology Organisation a Lucas Heights – dimostrarono che il sito aveva un'età inferiore a 10 000 anni e furo-

no pubblicati dal gruppo di Roberts, assieme a Fullagar, su *Nature*. I risultati erano coerenti con la teoria *out of Africa* e il metodo di datazione mediante luminescenza fu riabilitato.

L'attenzione si spostò in seguito sui siti Malakunanja e Nauwalabila nell'Arnhem Land. Quello di Malakunanja era già stato datato con la termoluminescenza, la stessa tecnica impiegata dal gruppo di Jinmium, e ciò metteva in discussione l'affidabilità della datazione. Roberts e colleghi datarono nuovamente il sito con la tecnica OSL applicata ai singoli grani, confermando la precedente cronologia, che faceva risalire il sito a 60000 anni fa. Eppure ciò non bastò a convincere tutti i critici, alcuni dei quali restavano scettici di fronte a una datazione così antica.

Poco dopo il caso di Jinmium, l'attenzione si spostò a sud, nel sito più analizzato, e politicamente più caldo, d'Australia: la regione dei Laghi Willandra. Dopo i grandi scavi degli anni Settanta, la ricerca era divenuta sporadica, e anche le attività apparentemente più innocue, come la datazione dei cumuli di conchiglie, assumevano una valenza politica, dal momento che l'intera attività di ricerca era stata identificata con la delicata questione della rimozione dei resti umani. Nel 1989, gli Aborigeni e i ricercatori, incontratisi nell'ambito del Willandra Research Publication Workshop, avevano sottoscritto un accordo sul futuro della ricerca all'interno del sito, *The Mungo Statement: Towards a reconciliation* (La Dichiarazione di Mungo: verso una riconciliazione). Nel documento si affermava: "Si è deciso di intraprendere la strada della riconciliazione tra Aborigeni e archeologi. [...] Le popolazioni aborigene avranno l'ultima parola sulla realizzabilità della ricerca e sulla determinazione degli ambiti di ricerca".

I delegati presenti alla conferenza proposero la creazione di una commissione di ricerca aborigena per monitorare e ratificare i programmi di ricerca "che riguardavano i modi di vita delle popolazioni del passato e le caratteristiche della terra che avevano abitato". La commissione poteva così far partire i programmi di ricerca e reperire finanziamenti per sostenerli. Alan Thorne acconsentì a restituire alla regione di Willandra i resti degli scheletri che erano stati posti sotto la sua supervisione presso l'Australian National University. Come prima cosa, il contenitore in cui i reperti venivano conservati sarebbe stato dotato di una seconda serratura, la cui chiave sarebbe stata consegnata ai rappresentanti della comunità

aborigena. Nell'incontro si evidenziava anche l'esigenza di trovare un luogo, all'interno del Mungo National Park, per conservare i resti, con una chiave custodita dai rappresentanti indigeni e l'altra dalla comunità scientifica. Molti scienziati rimasero negativamente colpiti da queste disposizioni, temendo che annunciassero la censura e la cessazione dell'attività di ricerca. Alcuni si tennero lontani dalla regione dei Willandra, ritenendo che condurvi ricerche fosse semplicemente troppo difficile.

Se la politica era sconcertante, la scienza non lo era meno. La prima datazione risaliva agli anni Sessanta, il secondo decennio della datazione al radiocarbonio, quando il sito era ancora un banco di prova per vagliare la validità del metodo, le cui sottigliezze continuano a tormentare le menti più eminenti del settore. Due grandi programmi di ricerca, uno varato alla fine degli anni Ottanta e l'altro dieci anni dopo, avrebbero focalizzato l'attenzione sulle nuove tecniche per risolverne i problemi, ma gli scienziati nutrono ancora oggi forti dubbi riguardo ai risultati. Alcuni sostengono che i risultati originari del radiocarbonio, ottenuti durante i primi tempi delle ricerche, sono ormai consolidati; altri non sono d'accordo, e hanno riposto le proprie speranze nella luminescenza e in altre tecniche di datazione.

# La vera età della Donna di Mungo<sup>1</sup>

“Vado a fare due passi, giusto per farmi un’idea della stratigrafia”. Jim Bowler, un uomo alto e riflessivo, che raramente non indossa il suo cappello *akubra*<sup>2</sup>, “intervista il paesaggio” del Lago Mungo su richiesta dei colleghi, che vogliono farsi un’idea di massima sull’età del sito prima di avventurarsi nella datazione. Quella che potrebbe sembrare una massa amorfa di sedimenti, ai suoi occhi si srotola in una sequenza geologica chiara come una stratigrafia da manuale, registrando la risposta del paesaggio alle azioni del clima e dell’uomo. La sua fama è legata principalmente alla scoperta della Donna e dell’Uomo di Mungo, ai tempi in cui Jim era ancora ricercatore presso l’Australian National University. Ma il suo vero talento è quello geologico, per non parlare della sua abilità nel lanciare ipotesi innovative. Una di queste, sviluppata recentemente, riguarda una reinterpretazione della geomorfologia che assegna un ruolo chiave alla calotta glaciale antartica nei mutamenti climatici globali; e le ipotesi di Bowler hanno la tendenza a rivelarsi fondate.

Dopo aver iniziato il suo lavoro, Bowler risali i vari strati geologici, per concentrarsi infine sul Pleistocene. I suoi studi sulla stratigrafia e sul paleoclima dei Laghi Willandra erano iniziati nel 1967, su suggerimento del geologo Joe Jennings, professore associato del Department of Biogeography and Geomorphology, che aveva notato i letti prosciugati di quei laghi durante un volo da Broken Hill a Melbourne. A quell’epoca Bowler aveva già condotto ricerche

<sup>1</sup> Il titolo originale inglese – *Mungo Lady gets a date* – propone un gioco di parole intraducibile: a seconda del contesto, *gets a date* può significare “ha un appuntamento” oppure “ottiene una datazione”.

<sup>2</sup> Caratteristico cappello di feltro a tesa larga utilizzato nell’*outback* australiano.

sui laghi di origine vulcanica dello Stato di Victoria, che ancora contengono acqua, i cui sedimenti potevano essere letti come strumenti che avevano registrato i regimi delle precipitazioni del passato. Il suo articolo sui livelli idrici del Lago Keilambete, scritto in collaborazione con Tatsuji Hamada (del RIKEN Radiocarbon Laboratory di Tokyo) e pubblicato su *Nature* nel 1971, è ormai considerato una pietra miliare della paleoidrologia. Quando arrivò al Department of Biogeography and Geomorphology, il vicino Prehistory Department aveva già messo in funzione un nuovo laboratorio di datazione al radiocarbonio. Entrambi i dipartimenti erano ospitati all'interno della Research School of Pacific Studies, che aveva già una notevole reputazione negli studi preistorici.

I Laghi Willandra non comparivano nella maggior parte delle carte geografiche ed erano ignoti alla scienza, sebbene nell'area si fossero insediati allevamenti ovini sin dalla metà del XIX secolo, allevamenti che erano ancora attivi negli anni in cui arrivò Bowler. In questa terra semiarida e povera di vegetazione, compresa tra i fiumi Murray e Darling, vi sono anche molti altri laghi prosciugati, che nelle cartine turistiche vengono rappresentati con un allettante azzurrino chiaro, con grande sconcerto dei turisti in cerca di avventure, che vi giungono sui loro fuoristrada con tanto di barca legata sul tetto.

Fu Bowler a cartografare la regione: scoprì che i laghi facevano parte di un antico sistema di drenaggio del bacino del Willandra Creek, un affluente del fiume Lachlan che fino a 18000 anni fa confluiva nel Murray. Egli assegnò ai laghi più grandi i nomi degli allevamenti locali di pecore: Mulurulu, Garnpung, Leaghur, Mungo e Outer Arumpo. Il Lago Mungo, posto al centro del sistema, aveva una profondità di 8 metri quando era straripata la sua fonte a nord, il Lago Leaghur.

Bowler si mise allora in cerca degli affioramenti, cioè dei luoghi in cui l'erosione aveva fatto emergere gli strati più profondi. Il 5 luglio del 1968 notò un mucchietto di ossa, bruciate e incrostate di carbonato, che stava emergendo dall'erosione della *lunette* nell'estremità sud del Lago Mungo. Fotografò le ossa e posizionò un paletto di metallo nel punto di ritrovamento, ma di ritorno a Canberra non riuscì a destare molto interesse tra gli archeologi. Gli studi sulla preistoria, infatti, erano in grande espansione, ma le risorse a disposizione erano limitate.

Molti anni dopo, sulla rivista *Australian Archeology*, John Mulvaney ricordò così quel momento:

Nel 1968 Jim Bowler annunciò a me e ad altri scienziati la scoperta di manufatti e focolari sulle sponde pleistoceniche del Lago Mungo. In particolare, uno dei focolari conteneva ossa che Bowler riteneva attribuibili a un marsupiale estinto. Per varie ragioni gli archeologi furono lenti a reagire.

Mulvaney cercò di convincere John Barnes, allora presidente dell'Anthropology Department, e il direttore amministrativo, Peter Grimshaw, a finanziare le ricerche sul campo a Mungo. La proposta era formulata nei termini giusti per destare interesse:

Bowler ha individuato diversi siti archeologici del Pleistocene nella parte ovest della Riverina, sul fiume Lachlan. Alcuni indizi suggeriscono che l'occupazione della zona potrebbe risalire a un'età di gran lunga anteriore a 25 000 anni, l'età più antica oggi conosciuta per la presenza aborigena in Australia. Vi è inoltre la possibilità di ritrovare resti associati a ossa di marsupiali giganti estinti.

Il budget preliminare stimato prevedeva la benzina necessaria per il viaggio andata-ritorno dall'università a Mungo (1850 chilometri) a bordo di un Volkswagen Kombi, l'alloggio per tre persone (due notti al Motel Balranald e una notte in campeggio) e i pasti. La somma totale richiesta ammontava a 94 dollari australiani.

Mulvaney, con una punta d'ironia, ricordava: "Visto che il focolare conteneva effettivamente una cremazione umana del Pleistocene (la Donna di Mungo), e che Harry Allen portò a termine il suo dottorato proprio in questa regione, la magra spesa si rivelò un investimento incredibilmente produttivo che, tra l'altro, fruttò alla regione dei Laghi Willandra lo status di Patrimonio Mondiale dell'Umanità nel 1981".

Una volta accolta la richiesta, nel marzo del 1969, gli archeologi John Mulvaney, Rhys Jones, Con Key e Harry Allen, più una squadra di geologi, si incontrarono con Bowler presso il sito. I due crani bruciati e i frammenti di ossa mandibolari ritrovati sembravano umani, e i bianchi sedimenti di carbonato che li incrostavano confermavano la loro grande antichità. In seguito Jones trovò anche un dente umano. Il geologo Keith Crook ricorda che Jones sollevò

in alto il dente rivelatore e si mise a ballare intorno alla sepoltura. Non era un marsupiale estinto, ma una sepoltura umana di epoca pleistocenica. Il gruppo non era giunto preparato per eseguire scavi, ma bisognava comunque fare qualcosa, perché i resti erano già emersi dal terreno ed esposti al vento, alla pioggia e al calpestio delle pecore; inoltre si preparava un violento temporale. Bowler aveva messo in guardia la squadra di quanto fossero vulnerabili i reperti sulla superficie degli affioramenti del Lago Mungo. Gli archeologi raccolsero dozzine di frammenti di ossa, alcuni ancora intrappolati in blocchi di carbonato, e li impacchettarono nella valigia di John Mulvaney per riportarli a Canberra. Le ossa arrivarono sane e salve e vennero ben presto riconosciute come umane da Alan Thorne e dallo zoologo John Calaby. La valigia di Mulvaney è adesso esposta al National Museum of Australia.

Poco tempo dopo, Jones e Allen tornarono con Bowler sul sito; gli archeologi rinvennero piccoli strumenti ricavati dalla silcrete (pietra formata dalla conglomerazione di grani di sabbia depositati dal mare, penetrato nell'entroterra milioni di anni prima). Erano utensili completamente diversi da quelli del Paleolitico europeo, e non avevano nulla a che vedere neanche con quelli della *Stone Age* (età della pietra) africana: gli archeologi australiani vollero vederli chiaro. Molti dei focolari di Mungo che contenevano lame, grattatoi e falcetti di silcrete erano in una zona corrispondente all'originaria linea costiera del lago, a circa venti metri dall'acqua. Pubblicando i risultati su *World Archaeology*, Jones e Allen si riferirono a questa industria litica come *australian core tool and scraper tradition* (tradizione australiana dello strumento e del grattatoio su nucleo).

Gli antichi focolari risaltavano come chiazze scure in mezzo ai bianchi sedimenti di quarzo, all'interno di quello che Bowler chiamò "l'unità stratigrafica di Mungo", formatasi durante il periodo in cui il lago era colmo d'acqua, e il vento soffiava la sabbia dalle spiagge fino alla *lunette*. Il gruppo intuiva già l'importanza internazionale del sito e i misteri avvincenti che racchiudeva. Uno dei misteri più grandi era il modo in cui gli antichi avevano preparato il corpo della piccola donna, alta meno di un metro e cinquanta, morta sui vent'anni. La sua gente la cremò, rimosse il suo scheletro dalle ceneri e lo frantumò, con particolare attenzione al cranio, prima di restituirlo al fuoco e ricoprirlo di sabbia. I suoi resti non erano certo in grado di fornire indizi sulla causa della sua morte.



Poco dopo la scoperta della Donna di Mungo, Harry Allen ispezionò quattro laghi: Mulurulu, Garnpug, Leaghur e Mungo. Si trattava della prima indagine archeologica australiana su ampia scala regionale, visto che le precedenti ricerche erano rimaste confinate a singoli siti, per esempio ai ripari sotto roccia. Il titolo della sua tesi di dottorato, *Dove il corvo vola all'indietro*<sup>2</sup>, è un resoconto sulle moderne condizioni ambientali della regione dei Laghi Willandra.

<sup>2</sup> Ripreso dal titolo di una ballata aborigena degli anni Sessanta, che si riferisce all'arsura dell'*outback*, dove i corvi devono volare all'indietro per evitare che la polvere del deserto entri loro negli occhi.



Le ossa animali ritrovate nei focolari e nei cumuli di rifiuti erano soprattutto di piccoli marsupiali. Tuttavia il menu comprendeva anche uccelli, varani, pesci, molluschi, uova e *yabby* (gamberi d'acqua). Allen paragonò gli otoliti e le vertebre di questi pesci a quelli del pesce persico australiano (*Macquaria ambigua*) che aveva comprato al *fish & chips* di Mildura. L'otolite è una piccola concrezione di carbonato di calcio, la stessa sostanza delle conchiglie, simile nella struttura a un cristallo di aragonite. Si trova sospeso all'interno di un fluido e fa parte del sistema di equilibrio e stabilità del pesce. Questi dischetti densi, traslucidi, che ricordano la forma di un orecchio, arrivano fino a 20 millimetri di lunghezza e possono resistere centinaia di migliaia di anni negli strati geologici. Alcuni dei pesci persici, catturati molto tempo fa nei Laghi Willandra, erano giganteschi, lunghi quasi un metro; gli anelli di crescita negli otoliti attestavano età fino a cinquant'anni al momento della morte.

Nessuno dei focolari o dei cumuli di rifiuti presentava ossa di canguri grigi o di canguri rossi adulti, anche se presumibilmente i focolari nelle dune dei Laghi Mungo e Outer Arumpo venivano effettivamente usati per cuocere grandi animali. Ogni qualvolta rinveniva una sepoltura, Allen, l'archeologo, chiamava Alan Thorne, il paleoantropologo, mettendosi alla ricerca di materiali adatti per la datazione al radiocarbonio e per ricostruire lo stile di vita degli antichi abitanti.

\*\*\*

Quando iniziarono le prime ricerche nel sito di Mungo la rivoluzione del radiocarbonio era in pieno fervore: le sepolture del celebre Uomo di Cro-Magnon, in Francia, incominciavano infatti a fornire date intorno ai 34 000 anni. Fino agli anni Sessanta, la preistoria australiana era stata considerata breve e priva di eventi particolarmente degni di nota. Gli Aborigeni erano in Australia probabilmente da meno di 10 000 anni e non sembrava avessero combinato un granché.

Gli scavi di Mulvaney nella Grotta di Kenniff nel Queensland rimisero in discussione queste opinioni e – esattamente un secolo dopo le scoperte di Cro-Magnon – Jim Bowler rinvenne la Donna di Mungo, che probabilmente era più antica, anche se Bowler

dovette attendere il 1969 per vedere i reperti identificati formalmente come resti umani.

Sempre nel 1969, Neil Armstrong raccolse campioni di roccia lunare, da analizzare al ritorno sulla Terra, e una meteorite si schiantò vicino alla cittadina di Murchison, nello Stato di Victoria, a sud-est di Mungo. Le analisi chimiche rivelarono che la meteorite conteneva otto degli amminoacidi presenti nelle proteine e tre delle quattro basi che formano il DNA, alimentando così l'ipotesi di una possibile *inseminazione* della vita sulla Terra a partire da un altro pianeta. Nessuno aveva ancora considerato la possibilità di estrarre DNA da antiche ossa o di usare il DNA moderno per verificare l'esattezza delle teorie sull'evoluzione umana.

Nel 1966 si era svolto a Chicago il convegno "Man, the Hunter" (L'uomo cacciatore), che aveva inserito nell'agenda accademica lo studio delle moderne società di cacciatori-raccoglitori, ma aveva anche sollevato controversie. Alcuni contributi presentati alla conferenza affermavano che nelle società preistoriche erano prevalentemente gli uomini a occuparsi della caccia, e che era stato proprio questo "lavoro da uomini" a promuovere l'evoluzione cerebrale; le donne avevano semplicemente seguito la scia genetica. Le controversie suscitate da quelle affermazioni proseguono tuttora.

All'epoca, quasi ogni famiglia al passo coi tempi aveva in casa una pentola a pressione. La famiglia Polach di Canberra non l'aveva, perché Henry Polach se l'era portata al lavoro, nel nuovo laboratorio per il radiocarbonio dell'università. Questo profugo ceco, un marcantonio capace di dominare una stanza solamente entrando, aveva combattuto nella Resistenza durante la Seconda guerra mondiale, fabbricando bombe grazie alle conoscenze di chimica acquisite negli studi universitari in medicina, che aveva abbandonato. A Canberra aveva requisito la pentola nella speranza di mettere a punto un buon metodo per estrarre il collagene, la proteina più abbondante del corpo umano, dalle ossa della Donna di Mungo, in modo da effettuare la datazione direttamente sulle ossa. La sua ingegnosità e i suoi metodi da "piccolo chimico" celavano, in realtà, una robusta dose di esperienza e una dotazione di strumenti hi-tech che avrebbe messo l'Australia all'avanguardia nell'ambito della datazione quantitativa, un campo dominato dalle *hard sciences*, in particolare chimica e fisica.

La datazione di sepolture umane non aveva precedenti in Australia. Poiché non si conosceva il contesto stratigrafico di molti scheletri ritrovati in passato, era impossibile datarli indirettamente tramite il carbone o le conchiglie provenienti dai sedimenti loro associati. Gli scienziati erano inoltre scettici sulla validità della datazione al radiocarbonio condotta direttamente sulle ossa. Persino Willard Libby – il chimico statunitense, veterano del Progetto Manhattan, che si era aggiudicato il Nobel nel 1960 per aver inventato il metodo di datazione al radiocarbonio (pp. 52-56) – era scettico in proposito. Le ossa sepolte da molto tempo diventano spesso porose, e ben poco rimane del materiale organico originario.

Nel periodo in cui Polach lavorava sui campioni di Mungo, il limite per la datazione era di circa 40000 anni, un valore che ricorre spesso negli studi archeologici australiani. Era assolutamente necessario raccogliere tutti i possibili materiali databili, e preferibilmente in un'ampia varietà.

Bowler aveva già mandato a Polach le conchiglie e il carbone ritrovati nei focolari e nei cumuli preistorici; i campioni provenienti dallo strato in cui si trovavano le ossa consentirono di datare indirettamente la sepoltura della Donna di Mungo e di attribuirle a un'epoca compresa tra 29000 e 36000 anni fa. Tuttavia, alcune date dei campioni di carbone risultarono più recenti rispetto a quelle delle conchiglie incluse negli stessi strati, e così si pose l'esigenza di ottenere datazioni direttamente dalle ossa.

L'apatite – il minerale composto di fosfati di calcio, che costituisce la matrice dell'osso – contiene una piccola parte di carbonato che, come tutti i carbonati, è suscettibile di contaminazione. Il collagene – la proteina dalla struttura filamentosa che tiene insieme i cristalli di apatite – è la fonte più affidabile di carbonio organico per la datazione delle ossa, ma si degrada rapidamente. Il laboratorio di datazione al radiocarbonio dell'Australian National University possedeva solo pochi preziosi frammenti delle ossa della Donna di Mungo sui quali condurre le analisi.

Polach era interessato al nuovo *metodo Longin* per isolare e purificare il collagene, un metodo che aveva preso il nome dello scienziato francese, Robert Longin, che lo aveva illustrato su *Nature* in un articolo del 1971. Longin aveva scoperto che il collagene poteva essere convertito nella sua forma solubile, la gelatina, attraverso un lieve riscaldamento in un acido molto debole: ecco una

nuova applicazione da usare in ricette per ottenere colla e brodo da ossa animali vecchie migliaia di anni. Cuoco raffinato, Polach voleva fare di meglio, così usò una pentola a pressione per velocizzare il procedimento. A forza di fare pratica con le ossa animali, fece scoppiare l'utensile tre volte. Le sue ultime parole sull'argomento furono: "Maledette ossa, mai più!"

Per estrarre quel materiale organico, che riteneva contenesse un po' di collagene, ritornò quindi a un metodo più tradizionale. Bruciò quindi la frazione ottenuta per convertirla in benzene da sottoporre a scintillazione liquida, a quell'epoca uno dei due metodi principali per la misurazione delle concentrazioni di radiocarbonio. Il campione fu inserito nel nuovo contatore a scintillazione dell'università, uno strumento della dimensione di un congelatore domestico. Il campione veniva miscelato con un materiale fluorescente che emetteva un lampo di luce quando assorbiva energia da una particella beta (cioè un elettrone), liberata nel decadimento di un atomo di carbonio-14. Un fotomoltiplicatore convertiva poi i lampi di luce in segnali elettrici, che rivelavano la quantità di radiocarbonio rimasta nel campione, determinandone quindi l'età. Nel caso di campioni molto antichi, potevano occorrere giorni o anche settimane per ottenere un numero di conteggi sufficiente per fornire una stima precisa.

Molti furono delusi dal risultato, pubblicato su *Nature* nel 1972, che faceva risalire la cremazione della Donna di Mungo a circa 29000 anni fa. Questa età forniva più domande che risposte. Contemporaneamente a quello di Polach, uscì anche un articolo firmato da Michael Barbetti e Harry Allen, che riportava le datazioni al radiocarbonio di focolari e cumuli di rifiuti preistorici segnalanti un'occupazione umana risalente a 36000 anni fa. In un commento apparso sulla stessa rivista, Mulvaney affermò che questi risultati potevano fare ipotizzare che gli esseri umani moderni si fossero "probabilmente spinti fino in Australia prima ancora di raggiungere il Nuovo Mondo o persino l'Europa".

Agli occhi di un archeologo, lo spettacolo dell'erosione appariva diverso da quello catturato nel quadro in cui il pittore Russel Drysdale aveva rappresentato le Walls of China. Nel suo commento su *Nature*, Mulvaney scrisse che Drysdale aveva dipinto "un paese colpito dall'arsura, un paesaggio malinconico, lacerato dall'erosione e ornato da contorti resti di dune e grotteschi tronchi

d'albero erosi dalle raffiche di sabbia". Per Mulvaney, invece, l'erosione della *lunette* era stata provvidenziale per la geomorfologia e l'archeologia.

\*\*\*

All'inizio degli anni Settanta, una rivista australiana di archeologia pubblicò un breve articolo di Jim Stockton, della Monaro Road Constructions di Canberra, in cui si affermava: "Il retroescavatore è potenzialmente uno strumento estremamente valido per l'archeologia". Per la rimozione grezza dello *strato sterile* (cioè lo strato privo di tracce antropiche), una combinazione di ruspa e bulldozer era perfetta, e il Caterpillar D8 era "una macchina davvero eccellente". Per il delicato lavoro di scavo fine, "nel quale è necessaria una certa dose di precisione e il danno deve essere ridotto al minimo, una livellatrice è più appropriata".

Stockton cercava di piazzare il suo prodotto a una generazione di ricercatori che certo non perdeva tempo a rigirarsi i pollici. Intorno alla metà degli anni Settanta, Bowler, che veniva da una famiglia di coltivatori di patate, acquistò un trattore giallo canarino, munito di retroescavatore e pala anteriore, per aiutare Mulvaney e Wilfred Shawcross negli scavi archeologici di Mungo. Aveva inoltre sollecitato Mulvaney ad avanzare una proposta di ricerca congiunta all'Australian Institute of Aboriginal Studies, richiedendo finanziamenti per pagare un esperto di geologia, un trattore e il noleggio di un velivolo leggero per le fotografie aeree. John Magee, un geologo neolaureato dell'Australian National University, ottenne l'incarico di tecnico di laboratorio e sul campo. I grandi finanziamenti allora erano rari, ma le datazioni tramite radiocarbonio che facevano risalire al Pleistocene l'occupazione umana nell'area dei Willandra, la più antica d'Australia, assicurarono al gruppo i fondi richiesti.

Parecchi iter burocratici dovevano però essere superati prima di poter dare l'avvio a quello che sarebbe stato il primo tentativo australiano di tuffarsi nella *big archaeology*. Il National Parks and Wildlife Service doveva valutare i rischi per la conservazione dei siti, e non mancavano le voci secondo cui i ricercatori, con le loro attrezzature pesanti per il movimento terra, avrebbero distrutto il sito. Per ottenere il permesso, gli archeologi dovettero presentare

una valutazione di impatto ambientale e impegnarsi a colmare nuovamente le trincee di scavo. Le stesse restrizioni non vennero però applicate a Bowler, un geologo, poiché i geologi erano autorizzati a sforacchiare praticamente ogni angolo dell'Australia, terra ricca di minerali. Bowler e Magee arricchirono di dettagli la mappa della *lunette* di Mungo e del letto del lago prosciugato.

Lo scavo di Mulvaney fu arretrato su una parte meno erosa della *lunette*, mentre quello di Shawcross fu condotto più vicino alla sepoltura della Donna di Mungo. Una volta rimosso lo strato sterile con il trattore di Bowler, l'archeologa Isabel McBryde, dell'Australian National University, scavò focolari e cumuli di rifiuti nelle dune del Lago Outer Arumpo. In seguito stimò che i resti dei crostacei rinvenuti in uno dei cumuli di rifiuti corrispondevano a oltre 40 chilogrammi di polpa.

Sin dall'inizio della ricerca vi furono indizi che suggerivano la straordinaria antichità del sito. Mulvaney, per esempio, aveva ottenuto una data superiore ai 40 000 anni, corrispondenti al limite del radiocarbonio, su un minuscolo campione di carbone ritrovato vicino al fondo dello scavo. Egli non pubblicò mai quella datazione, poiché il campione era troppo piccolo e troppo antico per la tecnologia allora disponibile, ma il risultato era sulla bocca di tutti, perché era più antico della sepoltura dell'uomo di Cro-Magnon in Francia. Di certo le popolazioni moderne non avrebbero potuto raggiungere gli antipodi prima di arrivare in Europa!

Tuttavia l'età del sito, che prometteva di dare risposta a una delle questioni più importanti della preistoria, si dimostrava ancora difficile da definire. Nel 1987, l'archeologo Peter Clark fece una lista delle 150 datazioni al radiocarbonio che si erano via via accumulate e che provenivano dalle ossa dei Laghi Willandra, dal carbone e dalle conchiglie, ma i risultati erano contraddittori. Le età ottenute dalla datazione di alcuni campioni di carbone apparivano più recenti rispetto a quelle ottenute datando le conchiglie dei cumuli di rifiuti, che risultavano più coerenti con la stratigrafia di Bowler. Ciò contraddiceva la diffusa convinzione secondo cui il carbone era il materiale più affidabile, mentre le conchiglie d'acqua dolce erano inattendibili.

Parte del carbonio presente nella legna incombusta si rideposita negli antichi focolari sotto forma di acido umico, una sostanza marroncina e appiccicosa che si ritrova praticamente ovunque, e

che è sempre stata il flagello dei chimici del radiocarbonio. Il materiale diventa così più scuro, e si tratta spesso dell'unico materiale organico rimasto all'interno del focolare – beffardo come il sorriso del Gatto del Chesire, che rimane lì dopo che il gatto è scomparso – e che, per di più, si appiccica alla sabbia e alle particelle di argilla, formando grumi neri. Ciò che sembra carbone, all'interno di quello che ovviamente era un focolare, è in realtà un falso indizio.

Gli specialisti di datazione, durante il pretrattamento dei campioni, possono sciogliere l'acido umico, ma alla fine degli anni Ottanta, Richard Gillespie, analizzando al microscopio il materiale rimasto dei campioni della regione dei Willandra, scoprì che molti di essi non presentavano la struttura a cordoncino tipica del carbone e che, anzi, non vi era proprio nessuna traccia di carbone. Forse gli antichi usavano erba o sterco al posto della legna come combustibile per il fuoco su cui cuocere<sup>3</sup>.

\*\*\*

Tornato in Australia nel 1987, in seguito alla mancanza di opportunità di lavoro nei laboratori per il radiocarbonio delle Università di Oxford e dell'Arizona, Richard Gillespie iniziò a lavorare all'Australian National University con una dedizione quasi religiosa, credendo fermamente nella necessità di una "chimica migliore". Si occupò della ridatazione di alcuni resti umani dei Laghi Willandra e anche delle conchiglie e del carbone riemersi dagli scavi

<sup>3</sup> Osservate al microscopio, le piante carbonizzate appaiono come cordoncini neri e sottili. La parete cellulare è intatta e forma un delicato reticolo, ma l'interno della cellula è andato perso, completamente distrutto dal fuoco. La struttura rimasta, estremamente porosa, restituisce al carbone le sue proprietà assorbenti, aprendo così la possibilità di contaminazione da parte di carbone più recente. Una contaminazione di carbone più recente anche solo dell'1% può falsare di migliaia di anni la vera età di campioni che risalgono a più di 30000 anni fa. Il carbone ritrovato negli antichi focolari è il materiale su cui viene tradizionalmente applicato il metodo al radiocarbonio, ma il legno incombusto che rimane nelle particelle di carbone si decompone lentamente. Le grandi macromolecole, come la cellulosa e la lignina, si frammentano in molecole più piccole, che vengono poi consumate e riciclate in altri composti attraverso l'azione delle popolazioni microbiche del suolo. Nell'arco di migliaia di anni, innumerevoli generazioni di comunità microbiche favoriscono lo scambio di carbonio tra l'ambiente e il carbone.

di Isabel McBryde. Non riuscì a estrarre nessuna proteina dai resti della Donna di Mungo, ma scoprì che oltre il 90% del carbonio in essi contenuto era presente sotto forma di acido umico; le datazioni effettuate su questo componente fornirono risultati uguali a quelli di Polach, intorno a 29000 anni. La stessa cosa si verificò anche per le altre ossa bruciate provenienti dai Laghi Willandra. Solamente due scheletri su cinquantasei analizzati contenevano collagene. Uno fu datato a 5700 anni, mentre l'altro, curiosamente, risaliva alla seconda metà del XX secolo. Riesaminando le datazioni al radiocarbonio, Gillespie eliminò i risultati provenienti da carbone o campioni di ossa sospetti, e calibrò tutti gli altri. Le età al radiocarbonio emerse dagli strati in cui erano stati sepolti la Donna di Mungo e lo scheletro quasi intatto dell'Uomo di Mungo, rinvenuto da Bowler nel 1974, concordavano tra di loro, convergendo sui 40000 anni calibrati. Forse la stima di Mulvaney era sempre stata quella giusta.

Alla fine degli anni Novanta venne fatto un altro tentativo per la datazione delle sepolture più antiche, attraverso una combinazione di vari metodi. Uno di questi – la risonanza di spin elettronico (ESR) – era stato usato da Rainer Grün, dell'Australian National University, per datare alcuni dei fossili più importanti del mondo, compresi quelli dei Neanderthal e dei primi esseri umani moderni. La datazione ESR dello smalto dentario utilizza campioni così piccoli che è di fatto una tecnica non distruttiva. Essendo un metodo condotto direttamente sui resti, evita tutti i problemi legati all'associazione del materiale databile con l'oggetto di interesse.

Il campo magnetico generato dalla macchina del tempo di Grün è in grado di fermare persino l'orologio da polso di chi si avvicina troppo. Come i suoi colleghi, Grün è ossessionato da alcune sottigliezze di un metodo di datazione che pochi padroneggiano. La datazione ESR, ideata nel 1967, può risalire indietro nel tempo fino a due milioni di anni e venne applicata per la prima volta nel 1975, ma è ancora in fase di sviluppo. Il metodo ha i suoi fondamenti nello strano mondo della fisica quantistica. Grün scrive articoli che "nessuno capisce" e che non diventano affatto più comprensibili se ne fornisce la traduzione nella sua madrelingua, il tedesco. Quando qualcuno gli chiede come funziona veramente il suo metodo di datazione, risponde, un po' seccato: "Si mette un campione in un apparecchio ESR e si ottiene un numero".

Come la datazione tramite luminescenza (pp. 19-20), anche la tecnica ESR si basa sull'effetto degli elementi radioattivi naturali, soprattutto uranio, e dei raggi cosmici sulla struttura elettronica dei cristalli. Gli elettroni occupano in coppia lo stesso livello energetico di un atomo, ma se uno dei due è intrappolato in una "vacanza" l'altro resta spaiato. Tali elettroni solitari diventano magneti subatomici, che il magnete di Grün allinea tutti nello stesso verso, mettendo a loro disposizione un ulteriore livello energetico. Quando il campione viene colpito con microonde gli elettroni spaiati cambiano verso e livello energetico assorbendo energia. La quantità d'energia assorbita permette di stabilire il numero di elettroni spaiati e, di conseguenza, l'età del campione. Tuttavia è essenziale avere una buona stima della dose di radiazione annuale cui è stato sottoposto il campione durante il periodo in cui è rimasto sepolto nel terreno, e questo è l'aspetto delicato del metodo. I denti degli animali vivi contengono pochissimo uranio, ma quelli sepolti nel terreno acquisiscono tale elemento dalle acque sotterranee. Ci si chiede se tutto l'uranio penetri nella struttura del dente subito dopo la morte dell'animale, o se si accumuli gradualmente nel corso dei millenni.

Nel 1999, Thorne, Grün e alcuni colleghi, pubblicarono le datazioni relative allo scheletro dell'Uomo di Mungo, facendolo risalire a circa 62000 anni fa. Essi utilizzarono l'ESR e altre tecniche di datazione, come l'OSL, a opera di Nigel Spooner, e la serie dell'uranio, basata sul decadimento radioattivo di questo elemento.

Il metodo ESR fornì due stime, di 63000 e 78000 anni, mentre la tecnica OSL ne fornì altre due, di 58000 e 63000 anni. Le stime ottenute tramite la serie dell'uranio misurata con la spettrometria gamma sul cranio oscillavano infine tra 60000 e 74000 anni. Per condurre questo esame, la parte del cranio rinvenuta, del peso di 305 grammi, venne collocata in una camera, schermata dall'esterno con piombo e munita di rivelatori per contare, per due periodi di 50 giorni, la radiazione gamma ad alta energia emessa dal decadimento dell'uranio e dei suoi prodotti presenti all'interno del cranio stesso. Le altre datazioni con la serie dell'uranio, su frammenti di ossa lunghe, fecero emergere altri quattro valori, compresi tra 54000 e 70000 anni. Integrandolo tra loro questi risultati, il gruppo pervenne a un intervallo di età compreso tra 56000 e 68000 anni.

Dal momento che il Lago Mungo si trovava abbondantemente nell'entroterra australiano, a circa 2700 chilometri dall'attuale

costa nord-occidentale, la colonizzazione iniziale del continente avrebbe anche potuto essere molto anteriore, secondo quanto il gruppo affermò in un articolo pubblicato dal *Journal of Human Evolution*.

I risultati suggerivano che le popolazioni dei Laghi Willandra, più "gracili", precedevano di 40000 anni gli uomini più "robusti" rinvenuti nelle altre zone dell'Australia. (I Neanderthal e i primi esponenti del genere *Homo* rientravano nella categoria dei robusti, ma gli esseri umani attuali tendono verso le forme più gracili). L'articolo era moderato, per quanto riguardava le implicazioni di questi dati nel quadro dei dibattiti sull'evoluzione umana. I multi-regionalisti, recitava l'articolo, dovrebbero spiegare perché "l'uomo gracile appare prima di quello robusto in Australia, quando l'Indonesia, la fonte più vicina di migranti, aveva una lunga storia di robustezza". I sostenitori del modello *out of Africa*, continuava l'articolo, dovranno spiegare come mai la robustezza si è sviluppata in maniera relativamente rapida in Australia quando "una graduale gracilizzazione caratterizza l'evoluzione umana da almeno 200000 anni a questa parte".

Queste osservazioni riecheggiano quelle già espresse da Mulvaney nel suo articolo di commento del 1972 su *Nature*. Egli notò che – anche se Thorne suggeriva nello stesso anno su *Nature* che gli scheletri di Kow Swamp della parte nord-occidentale dello Stato di Victoria mostravano tratti *arcaici* – quelle sepolture erano "più recenti di circa 15000 anni rispetto alla moderna forma cranica di Mungo, e nessuna barriera topografica o ambientale separava queste popolazioni".

Un altro gruppo di ricerca, diretto da Bowler e comprendente anche Spooner e Roberts, ridatò il sito nel 2003, ottenendo date OSL che oscillavano tra 38000 e 42000 anni per le sepolture dell'Uomo e della Donna di Mungo. I sedimenti che contenevano i più antichi utensili in pietra rinvenuti nello scavo di Shawcross negli anni Settanta risalgono a un'età compresa tra 46000 e 50000 anni. Lo stesso gruppo affermò che i campioni OSL dello studio precedente, che erano stati raccolti a trecento metri dalla sepoltura dell'Uomo di Mungo, provenivano da uno strato più profondo e quindi più antico rispetto a quello che ospitava lo scheletro. Inoltre le datazioni con la serie dell'uranio e l'ESR erano compromesse da problemi che derivavano dalla variabilità della capacità di assorbi-

mento e dalla perdita degli elementi radioattivi nello scheletro e attorno a esso. In uno studio successivo, vennero presi come campione per la tecnica OSL i sedimenti che si trovavano immediatamente sopra e sotto il sito di sepoltura, provenienti dai "buchi" di Bowler, sparsi lungo la *lunette* erosa. La trincea di Shawcross venne riscavata nuovamente per campionare direttamente l'unità stratigrafica di Mungo. Nel 2006 Jon Olley – all'epoca appartenente allo CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), il principale ente scientifico australiano – ottenne insieme ad altri colleghi un'età OSL di 41 000 anni analizzando singoli cristalli di quarzo estratti da un campione impregnato di resina, tratto da sabbia della sepoltura dell'Uomo di Mungo (che era stata raccolta da Bowler nello scavo del 1974 per studiarne la composizione sedimentaria).

Alcuni studiosi furono turbati dal fatto che un antico scheletro di 62 000 anni fosse sepolto in sedimenti risalenti a 40 000 anni fa. Altri affermarono che le nuove date confermavano l'età minima OSL di 50-60 000 anni del primo approdo umano rivelato dai siti di Malakunanja e Nauwalabila del Territorio del Nord, mettendo in dubbio i 40 000 anni sostenuti da qualche ricercatore. Roberts disse che era prematuro eliminare i 55 000 anni assegnati alla data della prima colonizzazione dell'Australia, dato che il primo insediamento a nord era poi stato seguito da un popolamento del continente nelle migliaia di anni successivi. Le datazioni di Grün – che integravano tecnica ESR e serie dell'uranio – e quelle OSL di Roberts e Spooner rimangono dunque in gioco.

Mentre questi nuovi metodi di datazione gettavano luce al di là dell'orizzonte temporale del radiocarbonio, gli esperti del buon vecchio metodo non stavano certo con le mani in mano. Per le misurazioni del carbonio-14 erano stati introdotti gli acceleratori di particelle, e i processi di decontaminazione chimica avevano registrato notevoli miglioramenti.

\*\*\*

Viaggiando a una velocità pari al dieci per cento di quella della luce, un fascio di ioni di carbonio – proveniente da un campione di carbone estratto dal Devil's Lair (Covo del Diavolo), una grotta calcarea nella zona sud-occidentale del Western Australia – fu accele-

rato per 22 metri lungo il tubo sotto vuoto contenuto nella *tank* (l'enorme cisterna piena di gas isolante) dell'acceleratore di particelle dell'Australian National University. Un magnete tanto potente da riuscire a sollevare un'automobile curvò il fascio di ioni secondo un angolo di deflessione che dipendeva dalla loro massa. Le particelle vennero incanalate attraverso campi elettrici e magnetici che le ordinarono secondo la loro carica e la loro massa, penetrando infine nella sottilissima finestra di un rivelatore capace di identificare e contare i singoli ioni.

Il fisico nucleare Keith Fifield ha iniziato a occuparsi della datazione al radiocarbonio usando l'acceleratore di particelle alla fine degli anni Ottanta, contagiato dalla mania della preistoria. Lo strumento è entrato in funzione nel 1975, ma ha subito tante di quelle modifiche da conservare solo una vaga somiglianza con la macchina originaria. Insieme all'acceleratore ANTARES dell'Australian Nuclear Science and Technology Organisation, questo acceleratore ha posto l'Australia all'avanguardia nell'ambito della datazione al radiocarbonio. La spettrometria di massa con acceleratore (AMS) ha rivoluzionato la datazione al radiocarbonio, rimpiazzando la scintillazione liquida e i contatori a gas utilizzati nella maggior parte dei laboratori del mondo.

L'AMS comporta due importanti vantaggi rispetto alla tradizionale analisi basata sulla radioattività: la quantità di carbonio necessaria è migliaia di volte inferiore a quella dei sistemi convenzionali (passando da parecchi grammi a meno di un milligrammo); inoltre le misurazioni del carbonio-14 vengono effettuate centinaia di volte più velocemente. La piccolezza dei campioni rende anche possibile l'uso di specifiche frazioni organiche. Per esempio, si può estrarre da un capello umano la cheratina, che ammonta a circa un milligrammo e contiene cinquanta milioni di atomi di carbonio-14. Se si vuole misurare la concentrazione di radiocarbonio con un'incertezza dell'1%, occorre conteggiare 10000 atomi; tale procedimento richiederebbe un anno con la scintillazione liquida, mentre l'AMS è in grado di completarlo in un minuto.

I tubi dell'acceleratore dell'Australian National University sono installati verticalmente in una torre alta quanto un edificio di dieci piani, una delle strutture più alte di Canberra. Il campione viene introdotto nell'estremità superiore della torre e gli atomi di carbonio vengono prima ionizzati e poi accelerati da un potenziale di

milioni di volt fino ad arrivare al rivelatore finale. L'espansione differenziale della torre, colpita dal sole in diversi punti durante il giorno, determina leggeri movimenti nella linea del fascio, che gli scienziati devono compensare. L'acceleratore ha anche altre idiosincrasie. Fifield afferma: "C'è sempre qualche piccolo problema, ma è uno strumento estremamente affidabile. Chi lo usa regolarmente lo accorda come se fosse uno strumento musicale".

Nell'acceleratore gli ioni viaggiano così velocemente che gli effetti relativistici, per quanto deboli, costringono gli scienziati ad aggiustare la calibrazione del campo indotto dal magnete di trenta tonnellate. "Queste particelle energetiche hanno bisogno di un campo un po' più forte rispetto a quello inizialmente calcolato", continua Fifield. Il rivelatore è una versione hi-tech della camera di ionizzazione utilizzata un secolo fa da Ernest Rutherford nei suoi primi esperimenti di fisica nucleare. "Rutherford si sarebbe sentito a suo agio con questo rivelatore, nonostante sia piuttosto raffinato rispetto a quello che usava lui. Fornisce infatti misure multiple della perdita di energia di uno ione mentre questo rallenta nel gas. È importante per l'identificazione delle particelle nell'AMS", conclude Fifield.

Il conteggio del carbonio-14 si svolge in dieci minuti, rispetto ai giorni o alle settimane che invece servivano a Polach con il metodo della scintillazione. Su campioni di alta qualità l'apparecchio può fornire datazioni fino a 65000 anni. Il limite per questo intervallo temporale è la contaminazione, ma di norma l'acceleratore può ottenere date così antiche per campioni geologici, che permettono di usare grandi quantità di materiale, rendendo la contaminazione da parte di materiale moderno trascurabile. Al di là di questo, entra in gioco un limite fisico: il numero minimo di atomi che può essere contato. "Per un'età di 50000 anni, non si parla di grandi quantità di atomi", afferma Fifield. E raramente i siti archeologici offrono campioni abbondanti e puri come quelli abituali per i siti geologici.

Il campione del Devil's Lair era speciale. Fifield si mise a osservare attentamente i segnali registrati sul computer, all'interno dell'ampia sala di controllo, situata a circa settantacinque metri dall'acceleratore per proteggere gli scienziati dalle radiazioni. Il campione aveva subito un nuovo pre-trattamento chimico allo scopo di rimuovere il carbonio contaminante e superare la barriera che

limitava l'applicazione del metodo al radiocarbonio. Michael Bird, allora presso l'Australian National University, aveva sviluppato il metodo ABOX-SC<sup>4</sup>, e il suo collega Chris Turney aveva continuato a lavorare su tale tecnica, prima presso l'Australian National University poi presso la Wollongong University.

La tecnica venne usata su campioni di carbone provenienti dai diversi livelli degli scavi del Devil's Lair, per i quali i lavori precedenti si erano scontrati con la barriera del radiocarbonio. Negli anni Settanta le procedure convenzionali avevano fornito età oscillanti tra 30000 e 35000 anni. Alcune analisi AMS più recenti, condotte su carbone proveniente dal sito pretrattato secondo le tecniche comuni, avevano fornito un'età di circa 45000 anni. Dopo un pretrattamento con tecnica ABOX-SC, gli scienziati ottennero una datazione al radiocarbonio di circa 50000 anni su campioni di carbonio provenienti dai manufatti rinvenuti a maggiore profondità; un'altra datazione OSL effettuata sui sedimenti confermò il risultato. Era stata finalmente superata la frontiera dei 40000 anni. Ma il diavolo può sempre metterci la coda.

Alcuni scienziati – compreso uno degli autori (Gillespie) – non sono convinti che la tecnica ABOX-SC sia così buona come si dice, ma chi l'ha inventata la difende strenuamente. Le date dei campioni antichi racchiudono grandissime incertezze, proprio a causa della contaminazione. Un campione di 50000 anni che contenesse solamente l'1% di contaminazione da carbonio recente risulterebbe avere un'età apparente di 35500 anni. Sono attualmente in costruzione nuovi laboratori, come quelli dell'Università dell'Arizona, pensati specificamente per campioni compresi nella fascia temporale che va dai 40000 ai 60000 anni. Questi laboratori dispongono di sistemi di trattamento dei campioni adatti a ridurre al minimo la contaminazione.

I siti archeologici più antichi del territorio continentale australiano comprendono Riwi e Carpenter's Gap, nella regione tropicale del Kimberley nel Western Australia, datati rispettivamente a 44500 e 44000 anni. Il Lago Menindee, nella parte occidentale

<sup>4</sup> Acronimo di *acid-base-wet oxidation followed by stepped combustion* (ovvero *ossidazione acido-basica seguita da combustione per gradi*). Si tratta di uno speciale pretrattamento chimico-fisico del campione organico per eliminarne la contaminazione esterna.

della regione semiarida del Nuovo Galles del Sud contiene un focolare risalente a 45 400 anni fa, la cui datazione è stata verificata tramite OSL ottenuta su un sedimento che era stato portato ad alta temperatura dal fuoco. E il Lago Mungo racchiude sepolture, datate con l'OSL, di 40 000 anni, mentre gli artefatti rinvenuti lì e presso Devil's Lair risalgono ad almeno 50 000 anni fa. Sulla sola base delle date al radiocarbonio calibrate di questi siti archeologici, sembra plausibile ipotizzare che la colonizzazione dell'Australia sia avvenuta in un'epoca compresa tra 45 000 e 50 000 anni fa .

Forse non sorprende che età tra 50 000 e 60 000 anni per i siti di Arnhem Land, ottenute mediante luminescenza, abbiano lasciato tanto perplessi alcuni studiosi. Gli archeologi Jim Allen e Jim O'Connell, sulla base di considerazioni archeologiche, hanno sostenuto l'idea che i primi Australiani siano arrivati non più di 45 000 anni fa, scartando le date più antiche ottenute con i nuovi metodi, poco familiari, dell'OSL e dell'ABOX-SC. Questa vecchia idea, che assegna alla presenza umana in Australia una cronologia breve, si è sviluppata su una visione eurocentrica, che partiva dal presupposto che gli esseri umani moderni fossero necessariamente arrivati in Europa prima di avventurarsi altrove. Ma dopo il ridimensionamento dell'antichità di Jimnium, si diffuse un atteggiamento basato su un ragionamento curioso: se la data corretta non era molto antica, doveva per forza essere molto recente.

Nella trasmissione televisiva mandata in onda in occasione della cerimonia di apertura dei Giochi Olimpici di Sydney del 2000, l'Australia non è stata in grado di indicare un'unica datazione per l'antichità della cultura aborigena. "Più di 40 000 anni di cultura, più di seicento nazioni indigene, più di duecento gruppi aborigeni, più di duecentocinquantamila indigeni, si tratta di un vero e proprio risveglio", proclamò l'attore aborigeno Ernie Dingo. Più tardi, un altro commentatore affermò: "Nonostante le loro antichissime origini, i Giochi Olimpici rappresentano un'attività giovane a confronto con la cultura delle nostre genti indigene, vecchia di 60 000 anni".

Il primo approdo, avvenuto tra 40 000 e 60 000 anni fa, porta inevitabilmente a domandarsi come i primi uomini siano arrivati in terra australiana, e quali problemi abbiano dovuto affrontare nella colonizzazione di questa strana terra.

Era una *terra nullius*, e certo occorreva una barca.

## La datazione dei fossili con il carbonio-14

La datazione al radiocarbonio si basa sul decadimento del carbonio-14, isotopo radioattivo che si forma in piccolissime concentrazioni nell'atmosfera. I raggi cosmici bombardano gli atomi di azoto e di ossigeno della stratosfera, a 80 chilometri dalla superficie terrestre, causando l'emissione di neutroni. Tali particelle rimbalzano sugli atomi di gas rallentando quanto basta per dare luogo a reazioni nucleari, la maggior parte delle quali avviene a 15 chilometri di quota: colpendo gli atomi di azoto, i neutroni lenti formano il carbonio-14, o radiocarbonio. Nell'atmosfera il radiocarbonio raggiunge un valore di equilibrio di circa 1 atomo contro 1000 miliardi di atomi degli isotopi stabili (non radioattivi) più comuni: carbonio-12 (99% di tutto il carbonio) e carbonio-13 (1%). Il ritmo di produzione del radiocarbonio e la sua concentrazione nell'atmosfera dipendono dalla potenza del campo magnetico terrestre, che scherma il pianeta dai raggi cosmici, e dalle fluttuazioni del campo magnetico solare. Il carbonio è distribuito in diverse riserve: 93% circa nell'idrosfera (soprattutto negli oceani), 5% nella biosfera, 2% nell'atmosfera. Gli scambi tra queste riserve possono influenzare il rapporto isotopico tra carbonio-14 e carbonio-12. Per esempio la risalita delle acque profonde dell'oceano, più antiche, in cui il carbonio-14 ha avuto il tempo di decadere, può causare la riduzione delle concentrazioni di radiocarbonio in pesci e conchiglie.

Il carbonio-14 si lega all'ossigeno, formando anidride carbonica, ed entra a far parte della catena alimentare attraverso la respirazione e la fotosintesi. La concentrazione di carbonio-14 negli organismi viventi è più o meno uguale a quella dell'atmosfera, dell'ordine di uno su mille miliardi. Dopo la formazione dei tessuti, la concentrazione di radiocarbonio inizia a diminuire a un ritmo conosciuto, in seguito al suo decadimento in azoto-14. Occorrono 5730 anni affinché la metà degli atomi di radiocarbonio originariamente presenti si disintegri: è per questo che la concentrazione residua di carbonio-14 presente nei campioni è in grado di rivelarne l'epoca di formazione.

Campioni molto antichi contengono una quantità talmente ridotta di radiocarbonio da raggiungere il limite di rivelazione. Dopo 50000 anni, la concentrazione di carbonio-14 diviene dell'ordine di una parte su un milione di miliardi. La contaminazione da carbonio più recente, che invade il campione dopo la morte della pianta o dell'animale, provenendo dall'ambiente o in concomitanza con la preparazione del campione in laboratorio, può sommergere questa bassa concentrazione di atomi, spostando la vera età del campione anche di migliaia d'anni. Si è quindi di fronte a una *barriera del radiocarbonio* che, secondo il geologo John Chappell è come un "orizzonte degli eventi", oltre il quale tutti i risultati sono risucchiati in una sorta di "buco nero".

## Calibrare la datazione al radiocarbonio

L'introduzione della datazione al radiocarbonio ha rivoluzionato la preistoria, ancorando nel tempo eventi che prima fluttuavano, soggetti alle cronologie relative basate sulle sequenze stratigrafiche. All'inizio degli anni Cinquanta le età al radiocarbonio emerse da importanti siti egizi collimavano in modo soddisfacente con le date delle testimonianze storiche, e ciò sembrava confermare la validità del metodo. La periodizzazione stratigrafica delle età della pietra, del bronzo e del ferro, sviluppata dagli archeologi danesi del XIX secolo, poteva adesso essere discussa in termini di anni. Date ottenute da siti assai distanti tra loro potevano integrare le informazioni dei cambiamenti demografici e tecnologici anche ben al di là delle testimonianze scritte.

Ma a un certo punto sorsero delle complicazioni.

Mentre il numero di datazioni al radiocarbonio aumentava, risalendo sempre più indietro nel tempo, emergevano alcune discrepanze. Le età ottenute per l'Antico Regno egizio sembravano troppo recenti rispetto alle fonti scritte, con uno sfasamento di circa ottocento anni. Hessel de Vries, del laboratorio olandese di Groninga, dimostrò che i risultati della cronologia al radiocarbonio non collimavano con quelli della dendrocronologia, un metodo di datazione molto accurato basato sul conteggio degli anelli di accrescimento degli alberi. Questa scoperta gettò lo scompiglio nella comunità scientifica: era in gioco la validità del metodo al radiocarbonio. I creazionisti colsero la palla al balzo per dichiarare che la discrepanza confermava la data della creazione della Terra fissata al 4004 a.C. dall'arcivescovo irlandese James Ussher, vissuto nel XVII secolo.

Willard Libby aveva testato il suo nuovo metodo di datazione su vari campioni la cui età era nota su basi storiche, come il legno trovato nella piramide del faraone egizio Sneferu che aveva un'età presunta di 4500 anni. Verificò inoltre la sua tecnica confrontandola con campioni di legno nei quali era possibile riconoscere gli anelli di accrescimento, che permettevano di risalire esattamente all'età del campione. Il campione di legno più antico che esaminò apparteneva a una mastodontica sequoia secolare abbattuta negli Stati Uniti nel 1874 (nell'ambito delle celebrazioni del centenario della nascita della nazione) e conteneva anelli che si erano formati tra il 1031 e il 938 a.C. Nel 1949, quando pubblicò la curva delle date conosciute, Libby fece cenno a un limite interno al metodo derivante dall'ipotesi che le radiazioni cosmiche, e quindi la concentrazione di radiocarbonio nell'atmosfera, fossero costanti nel tempo.

I dendrocronologi che hanno messo in discussione questo presupposto provenivano da una scuola scientifica fondata all'inizio del XX secolo da Andrew Douglass presso il Tree Ring Laboratory di Tucson, Arizo-

na. L'arcana scienza della dendrocronologia si è rivelata la salvezza del metodo al radiocarbonio, poiché ha aperto la strada alla calibrazione delle datazioni, prendendo in considerazione – nella valutazione dell'età dei campioni – le variazioni nel tempo dei livelli del radiocarbonio nell'atmosfera. La differenza tra la datazione degli anelli di legno ottenuta con il radiocarbonio e l'età dendrocronologica esatta può essere espressa in un grafico. Per ogni data determinata con il radiocarbonio, l'anello di accrescimento corrispondente rivela la corrispondente età effettiva.

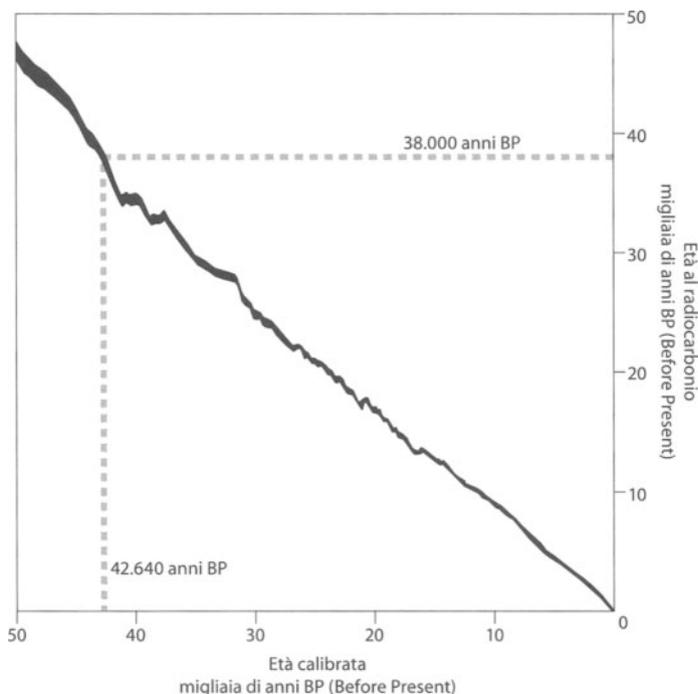
Hans Suess, del laboratorio La Jolla in California, pubblicò una delle sue prime curve di calibrazione nel 1970. Aveva raccolto centinaia di misurazioni al radiocarbonio sugli anelli di legno, tracciandole per confronto con le età dendrocronologiche conosciute. Egli usò quello che chiamava "schwung cosmico" per tracciare a occhio una curva che si adattava al meglio ai punti del grafico. Questa curva basata sui primi pochi risultati presentava adesso delle ondulazioni.

Oggi la curva di calibrazione dendrocronologica riconosciuta internazionalmente – con le sue piccole ondulazioni su scala temporale ridotta, sovrapposte ai picchi e alle valli relative a una scala temporale più estesa – arriva fino a circa 12000 anni fa. Le piccole ondulazioni, con periodi di 11 e 22 anni, corrispondono alla variabilità magnetica del sole, la principale causa delle fluttuazioni di carbonio-14 negli ultimi 15000 anni. L'andamento di picchi e valli, con un periodo di 8000 anni, riflette i mutamenti del campo geomagnetico. La curva di calibrazione è stata tracciata secondo una procedura meticolosa: sono stati contati e misurati gli anelli di migliaia di alberi viventi e morti da lungo tempo, per creare una sequenza sovrapposta; sono stati trattati campioni di legno vicinissimi per rimuovere la contaminazione di carbonio, ed è stata misurata la concentrazione del radiocarbonio con un'elevata precisione. Per tracciare una sezione pari a un arco di tempo di 7000 anni su una curva prodotta per raffronto con blocchi ventennali di quercia palustre, un gruppo di lavoro del Paleoecology Centre di Belfast ha impiegato 15 anni-uomo. La curva di calibrazione dendrocronologica completa è stata sottoposta a controlli incrociati da parte di diversi laboratori.

I dati dendrocronologici si possono estendere al Pleistocene. Alcune conifere della Tasmania, come *Celery-top* (*Phyllocladus aspleniifolius*), King Billy (*Athrotaxis selaginoides*) e Huon (*Lagarostrobos franklinii*), contengono età al radiocarbonio che permettono di risalire fino a 17000 anni fa. I tronchi sepolti di Kauri (*Agathis australis*), riportati alla luce in Nuova Zelanda, potrebbero completare l'intervallo dei 50000 anni della datazione al radiocarbonio.

Anche altri sistemi naturali contenenti strati annuali o stagionali – come coralli, stalagmiti e stalattiti, depositi laminari lacustri, ghiacci polari e

sedimenti marini – possono consentire di estendere la curva fino a circa 50.000 anni. La bande di accrescimento del corallo e delle stalattiti e stalagmiti vengono datate indipendentemente con un metodo basato sul decadimento radioattivo dell'uranio naturale nei suoi prodotti, mentre i depositi laminari lacustri che derivano dallo scioglimento della neve e del ghiaccio possono essere contati direttamente, come



Curva di calibrazione per la conversione delle datazioni al radiocarbonio in datazioni effettive, realizzata mediante il programma CalPal2007<sub>Hulu</sub> (Cologne Radiocarbon Calibration and Paleoclimate Research Package, disponibile all'indirizzo [www.calpal.de](http://www.calpal.de)). Le età ottenute con la tecnica al radiocarbonio devono essere calibrate poiché la concentrazione del carbonio-14 nell'atmosfera è variata nel corso del tempo. La calibrazione è dunque indispensabile per confrontare le datazioni al radiocarbonio con quelle ricavate mediante altre tecniche riferite al tempo effettivo.

L'indicazione BP (Before Present) significa "prima del tempo presente", che è stato fissato per convenzione all'anno 1950. Nell'esempio, a un'età al radiocarbonio di 38.000 anni corrisponde un'età calibrata di 42.640 anni BP.

si fa per gli anelli di accrescimento degli alberi. Queste tecniche hanno un'incertezza di circa 2000 anni per le età del Pleistocene, contro un'incertezza di soli 20 anni per la calibrazione su base dendrocronologica nell'Olocene.

Non si è raggiunto nessun consenso sulla forma esatta della curva di calibrazione al di là dei 26000 anni; le misurazioni provenienti da diversi siti sono discordanti, anche se si evidenzia una tendenza generale. In questo libro utilizziamo esclusivamente datazioni al radiocarbonio calibrate, calcolate attraverso il programma Calpal2007<sub>Hulu</sub> dell'Università di Colonia. Le datazioni al radiocarbonio calibrate si possono confrontare direttamente con le principali ere glaciali e con i risultati provenienti dalla serie dell'uranio e dai metodi di datazione OSL. Dal momento che utilizzeremo solamente età al radiocarbonio calibrate, i valori forniti per campioni e siti già noti differiranno da quelli originariamente pubblicati.

# ***Stairway to Heaven:*** **la scala di corallo**

Sulla costa settentrionale della Papua Nuova Guinea vi è un'antichissima scala di corallo che si innalza verso il cielo per circa un chilometro. Ogni gradino è quel che resta dell'antica barriera corallina, che un tempo impreziosiva i fondali del Mare di Bismarck.

Per decenni il geologo australiano John Chappell ha studiato, con i colleghi, la scala corallina della penisola di Huon, nel tentativo di rispondere alle domande sulla prima colonizzazione umana dell'Australia. Le risposte dipendono dal livello del mare e dall'epoca in cui sarebbe potuta avvenire la traversata dall'Asia sud-orientale, come ultima tappa della migrazione della nostra specie dall'Africa all'Australia. I migranti sarebbero passati di isola in isola, seguendo una delle due strade proposte nel 1947 dallo studioso americano Joe Birdsell: a nord, dal Borneo attraverso la penisola a testa di uccello all'estremità occidentale della Nuova Guinea; o a sud, passando per Timor fino alla costa nord-occidentale di quella che oggi è l'Australia. Fino a circa 14000 anni fa, la Nuova Guinea era collegata all'Australia continentale, come la Tasmania.

Le terrazze di corallo si sono formate sott'acqua, e ogni gradino segna la morte di un banco di corallo, durante un periodo di rapido innalzamento del livello del mare, quando l'acqua impediva alla luce del sole di arrivare fino alle alghe, che vivono in simbiosi con il corallo. Queste microscopiche piante sfruttano, infatti, l'energia solare per attuare la fotosintesi, fornendo ai coralli la maggior parte del loro nutrimento, senza il quale questi sono destinati a morire. Inoltre le terrazze coralline, che si estendono per circa cento chilometri lungo la costa, sono state soggette alle forze della tettonica a placche. La costa settentrionale della Nuova Guinea è una zona di subduzione che segna il confine tra la placca

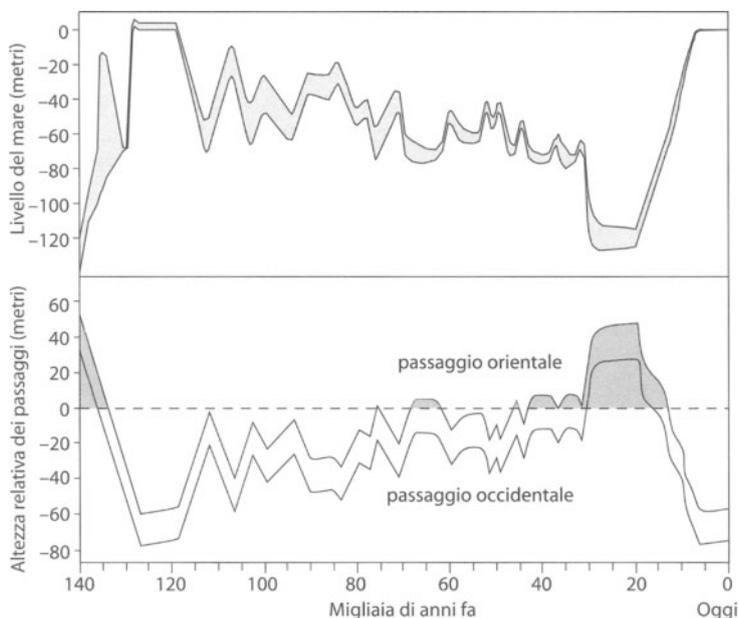
continentale australiana e quella del Pacifico occidentale; lì le terrazze risalgono gradualmente dal mare, mentre le due placche si scontrano l'una contro l'altra. L'entità di questo sollevamento è di qualche millimetro all'anno. Inoltre, alla fine di un'era glaciale il livello del mare si innalza a un ritmo simile, determinando quindi la crescita dei coralli; al termine della deglaciazione il livello del mare si stabilizza e le condizioni della crescita del corallo sono simili a quelle attuali.

Le terrazze rappresentano dunque il termine delle glaciazioni che si sono susseguite per centinaia di migliaia di anni. Gradini ampi e piatti sono inframmezzati da ripidi pendii, che attestano l'altezza degli antichi banchi di corallo in cui si sono via via insediate diverse generazioni di questi antozoi (dal greco "animali fiore") dai colori brillanti – dal verde, al blu, al rosso – che si sono insediati sugli scheletri dei loro predecessori. Mediante la datazione dei gradini, Chappell ha potuto leggere i livelli del mare del passato; per calcolare i livelli del mare all'epoca della crescita dei coralli, ha sottratto l'entità della risalita della placca dall'attuale altezza sopra il livello del mare di ciascun gradino.

Chappell aveva iniziato a interessarsi a questa formazione naturale negli anni Cinquanta, ispirato da una fotografia trovata in una rivista di geologia; negli anni Sessanta, dopo essersi laureato presso l'Australian National University, decise di condurre una spedizione in loco. Approdato sulle idilliache isole tropicali vicino alla penisola, le sue speranze di avvicinarsi ai gradini della scogliera, accessibili a quell'epoca solamente in barca dallo Stretto di Vitiaz, svanirono quando i diffidenti abitanti del luogo rifiutarono di vendergli una canoa. Le cose migliorarono quando i Melanesiani lo invitarono su una lontana isola per prendere parte a una festa locale, scandita da cerimonie in cui uomini in costumi candidi impersonavano gli spiriti del mare che emergevano e poi si rituffavano nelle onde. Seguirono diverse settimane di delicate trattative, ma l'entusiasmo di Chappell si stava spegnendo mentre il tempo trascorreva infruttuoso. Quando i diffidenti abitanti dell'isola accettarono di vendergli due canoe, il prezzo richiesto era ben al di là dei suoi magri finanziamenti di ricerca. Infine i Melanesiani confessarono che lo stavano solamente mettendo alla prova e ben presto si ritrovarono a sbracciarsi per salutare il giovane geologo che, finalmente, partiva per la sua spedizione. Chappell unì le due canoe con una piatta-

forma sulla quale issò una vela e montò un fuoribordo, un ecoscandaglio e un piccolo argano. I suoi obiettivi erano studiare le moderne scogliere coralline e le lagune, dragare sedimenti per la campionatura, mappare le terrazze coralline emerse e raccoglierne campioni per la datazione.

Tornato all'Australian National University nel rigido inverno di Canberra, collaborò con Henry Polach nella datazione al radiocarbonio dei coralli e dei gusci di *Tridacna gigas* (un mollusco gigante) provenienti dalle terrazze coralline più recenti. Scoprirono che



Il grafico superiore mostra le variazioni del livello del mare verificatesi negli ultimi 140.000 anni, ricostruite in base alle datazioni con la serie dell'uranio delle terrazze di corallo della Penisola Huon, sulla costa settentrionale della Papua Nuova Guinea. Il grafico inferiore presenta i periodi in cui l'istmo tra Australia e Tasmania (in corrispondenza dell'attuale Stretto di Bass) era emerso o sommerso dal mare. Sono evidenziati in grigio i periodi nei quali l'istmo si trovava al di sopra del livello del mare, che mostrano come l'attraversamento a piedi sia stato possibile tra 43.000 e 14.000 anni fa (Modificato da: Lambeck, Chappell, 2001)

alcuni risultati non erano validi, poiché l'aragonite, un minerale di carbonato di calcio, originariamente precipitata dagli organismi viventi, si era parzialmente trasformata in calcite, un altro minerale di carbonato di calcio con diversa struttura cristallina. La ricristallizzazione aveva alterato le datazioni al radiocarbonio, facendole apparire più recenti di migliaia di anni. Chappell se ne era accorto perché quelle datazioni non quadravano né con la stratigrafia della terrazza corallina, né con le datazioni basate sulla serie dell'uranio ottenute sugli stessi campioni da Herb Veeh, suo collaboratore presso l'Australian National University.

Un isotopo radioattivo naturale presente nell'acqua di mare, l'uranio-234, si ritrova intrappolato negli scheletri calcarei dei polipi di corallo, dove decade nel suo prodotto figlio, il torio-230, fungendo da orologio atomico. Il funzionamento di questo orologio si basa sulle differenti proprietà geochimiche di questi due elementi pesanti – l'uranio è solubile in acqua, mentre il torio è quasi insolubile e non si ritrova nelle acque naturali. Ciò implica che tutti i minerali precipitati dall'acqua di mare sono privi di torio, mentre tutti gli atomi di torio-230 misurati nel campione di corallo derivano dal decadimento dell'uranio-234. L'orologio inizia a "ticchettare" quando comincia a formarsi il cristallo, che non contiene ancora nessun atomo di torio-230.

Occorrono 245 500 anni affinché la metà degli atomi di uranio-234 decadano in torio-230, e occorrono 75 380 anni affinché la metà degli atomi di torio-230 decadano in radio-226. Dopo circa 500 000 anni la serie di decadimento raggiunge il cosiddetto "equilibrio secolare", in cui la concentrazione dell'isotopo "genitore" di uranio-234 diventa uguale alla concentrazione dell'isotopo "figlio" di torio-230; a questo punto l'orologio praticamente si ferma. L'età massima accertabile dipende quindi dalla capacità di misurare con elevata precisione il rapporto tra la concentrazione di torio-230 e di uranio-234 in prossimità di questo punto di saturazione. Tecniche moderne, come la spettrometria di massa a ionizzazione termica (TIMS), consentono datazioni che possono spingersi fino a mezzo milione di anni. Poiché la tecnologia disponibile negli anni Sessanta era più rudimentale – si effettuava il conteggio delle particelle alfa, con un procedimento analogo a quello impiegato da Polach per contare le particelle beta emesse dal carbonio-14 – il limite di Veeh era di gran lunga inferiore e si aggirava sui 230 000 anni.

Chappell confrontò le datazioni ottenute grazie alla serie dell'uranio con i risultati provenienti dalle terrazze coralline delle isole Barbados, nelle Indie occidentali, giungendo alla conferma che la cronologia dei principali cambiamenti del livello del mare era la stessa per tutto il pianeta. Inoltre, il più rapido ritmo di sollevamento della costa della Nuova Guinea mostrava con maggiore dettaglio gli alti livelli del mare del passato, che potevano essere usati per verificare le teorie sulle glaciazioni.

La Terra è soggetta alternativamente a freddi periodi glaciali, in cui le acque si accumulano in enormi ghiacciai che periodicamente avvolgono gran parte dell'emisfero settentrionale e dell'Antartide, e caldi periodi interglaciali, in cui il livello del mare si innalza man mano che il ghiaccio si scioglie. La cronologia di questi eventi ha fatto arrovellare i geologi sin dal 1840, quando Louis Agassiz ne individuò le tracce nei *record* geologici europei e nordamericani. Si ipotizzò che le glaciazioni fossero associate a cambiamenti nella configurazione dell'orbita terrestre, ma soltanto a partire dagli anni Trenta del XX secolo fu elaborata una teoria esaustiva a opera di Milutin Milankovitch, ingegnere e matematico serbo.

Milankovitch ipotizzò che i cicli glaciali fossero determinati da tre variazioni dell'orbita della Terra attorno al sole: l'eccentricità (deviazione dell'orbita rispetto alla forma circolare), l'obliquità (inclinazione dell'asse di rotazione del pianeta rispetto al piano dell'orbita) e la precessione degli equinozi (oscillazione dell'asse dell'orbita). Secondo la teoria astronomica di Milankovitch, queste variazioni orbitali si ripetono rispettivamente ogni 100 000, 41 000 e 23 000 anni. La combinazione di tali variazioni influenza la quantità e la distribuzione della radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre. Inoltre, oggi si ammette che il loro impatto venga accresciuto da alcune complesse dinamiche del sistema terrestre. Un effetto di retroazione riguarda l'albedo, cioè la quantità di luce solare che viene riflessa dalla superficie terrestre, un parametro che dipende dall'estensione dei ghiacciai. Un altro effetto di retroazione è invece legato alla temperatura dell'acqua e riguarda il degassamento dell'anidride carbonica dagli oceani. Le prime teorie del XIX secolo supponevano che le glaciazioni si verificassero quando gli inverni coincidevano con l'afelio (il punto di massima distanza dell'orbita terrestre dal Sole) ed erano più lunghi, con un irraggiamento solare più debole. Milankovitch supponeva, invece,

che le glaciazioni fossero causate da una riduzione della radiazione solare nell'emisfero settentrionale durante la stagione estiva; ciò avrebbe mantenuto il ghiaccio intatto, facendolo accumulare progressivamente in una calotta glaciale sempre più grande.

Quando Chappell iniziò a studiare le terrazze coralline, il modello delle glaciazioni di Milankovitch non era ancora pienamente accettato, ma aveva iniziato a ottenere i primi consensi a partire dagli anni Cinquanta e Sessanta, in seguito all'analisi da parte degli scienziati dei sedimenti marini nei Caraibi e nell'Atlantico. Le cosiddette *carote* – lunghi campioni cilindrici di sedimenti, prelevati verticalmente dai fondali marini – contenevano esoscheletri calcarei di *foraminiferi*, organismi marini unicellulari. Questi microrganismi sono principalmente di due tipi: *planctonici*, che si ritrovano nelle acque poco profonde, e *bentonici*, rintracciabili invece nelle acque più profonde. Ogni tipologia comprende a sua volta molte specie, che si adattano alle diverse temperature delle acque, cosicché la distribuzione delle specie nelle carote riesce a fornire indizi sul clima. Queste tracce delle forme di vita primitiva racchiudono archivi climatologici, anche perché custodiscono, all'interno del carbonato di calcio, diversi isotopi dell'ossigeno: l'ossigeno-18, più pesante, e l'ossigeno-16, più leggero e comune.

All'inizio degli anni Cinquanta, il chimico nucleare statunitense Harold Urey osservò che vi era un legame tra il rapporto isotopico dell'ossigeno nei gusci dei molluschi e la temperatura superficiale del mare e si accorse che ciò poteva essere la base per un paleotermometro geologico. Un suo allievo, l'italiano Cesare Emiliani, applicò il metodo ai foraminiferi nei sedimenti marini profondi; successivamente, una serie di ricerche, pubblicate a partire dal 1955, mise in evidenza drastici cambiamenti di temperatura verificatisi in un arco di tempo che si spingeva fino a 300000 anni fa. Emiliani introdusse un sistema numerico di classificazione per la stratigrafia delle ere glaciali, denominato OIS (*oxygen isotope stages*, stadi isotopici dell'ossigeno), o MIS (*marine isotope stages*). Gli stadi dispari designano i periodi caldi, caratterizzati da una bassa concentrazione di ossigeno-18, e iniziano con l'attuale epoca interglaciale, l'Olocene (OIS 1). Gli stadi pari corrispondono ai periodi freddi, con elevate concentrazioni di ossigeno-18, e cominciano con l'*ultimo massimo glaciale* (OIS 2). Tra i due estremi dei periodi glaciali e interglaciali vi sono i periodi interstadiali,

caratterizzati da condizioni climatiche più miti e relativamente stabili, contrassegnati anch'essi da un numero dispari. Gli stadi isotopici dell'ossigeno offrono una guida generale per i cambiamenti climatici del pianeta. Il periodo interstadiale più recente, denominato OIS 3, tra 60000 e 30000 anni fa, comprende l'epoca della prima colonizzazione umana dell'Australia e quella della sparizione della megafauna australiana e dei Neanderthal in Europa.

Veeh e Chappell hanno sostenuto la validità della teoria astro-nomica delle glaciazioni in un articolo sulle terrazze coralline della Penisola Huon pubblicato su *Science* nel 1970. I loro risultati subiscono tuttora un perfezionamento continuo, via via che sopraggiungono datazioni nuove e più affidabili. Milankovitch è morto nel 1958, senza poter assistere ai risultati dei geologi australiani e al pieno riconoscimento della sua teoria. Il punto di svolta fu rappresentato dal famoso articolo di James Hays, John Imbrie e Nicholas Shackleton "Variations in the Earth's orbit: pacemaker of the ice ages" (Le variazioni dell'orbita terrestre: regolatori delle ere glaciali), pubblicato su *Science* nel 1976. Gli scienziati documentarono i cambiamenti degli isotopi dell'ossigeno dei foraminiferi e l'abbondanza delle altre microfaune, sulla base del carotaggio dei fondali oceanici operato in una posizione centrale tra Africa, Australia e Antartide. Queste misurazioni gettarono luce sui volumi dei ghiacciai, sulle temperature superficiali del mare e sulla circolazione oceanica. A quel punto il messaggio era chiaro: la teoria astronomica di Milankovitch scandiva il ritmo planetario nei cicli glaciali del Quaternario.

Da dieci anni a questa parte, i dati provenienti dal carotaggio della Groenlandia e dell'Antartide hanno fatto da contrappunto ai risultati provenienti dalle profondità marine. Carote di ghiaccio lunghe più di tre chilometri forniscono un archivio ambientale che copre oltre 800000 anni. La formazione dei ghiacciai avviene, a livello continentale, quando l'acqua marina evapora e ricade poi sotto forma di neve; questa più tardi si compatta, e i ghiacciai si arricchiscono di ossigeno-16 poiché le molecole d'acqua contenenti l'isotopo più leggero sono le prime a evaporare. Anche l'isotopo più leggero dell'idrogeno si arricchisce nel ghiaccio e i rapporti isotopici dell'ossigeno e dell'idrogeno procedono secondo lo stesso ritmo astronomico: così le loro oscillazioni permettono di tracciare le variazioni della temperatura del passato. Nonostante le

diverse ere glaciali, il Quaternario ha assistito non solo a espansioni, ma anche a contrazioni dei ghiacciai. I lunghi periodi glaciali furono, infatti, inframmezzati da brevi e più miti periodi interglaciali, generalmente di durata inferiore a 20000 anni. Tra 2,6 e 1,1 milioni di anni fa, un ciclo completo di contrazione ed espansione dei ghiacciai continentali durava circa 41000 anni, in corrispondenza del segnale della variazione di obliquità di Milankovitch. Da allora, il ciclo si è spostato su un periodo di 100000 anni, che indica la variazione di eccentricità come segnale dominante. Il profilo ad alta risoluzione del deuterio, l'isotopo pesante dell'idrogeno, ottenuto grazie alla carota di ghiaccio antartica del programma EPICA, conferma l'effetto combinato di obliquità e precessione degli equinozi negli ultimi 800000 anni, con l'aggiunta di una forte componente di precessione con un periodo di 23000 anni a partire da 400000 anni fa.

\*\*\*

La nomenclatura geografica del nostro pianeta risente di un retaggio culturale che ha le sue radici nell'Europa occidentale. Si parla, infatti, di eventi che accadono nel *Medioriente* o in *Estremo Oriente*, oppure si dice che gli americani vivono nell'*emisfero occidentale*. L'Europa occidentale è stata per diverso tempo il centro del mondo conosciuto, il *Vecchio Mondo*, poi la culla della democrazia e del capitalismo. L'est e l'ovest vengono misurati a partire da Greenwich, al cui meridiano è riferito anche il tempo standard. Gli australiani vivono agli antipodi, quanto di più lontano ci sia dall'Europa nel tempo e nello spazio. L'Africa se ne sta a cavalcioni dell'Equatore, ed è unita all'Eurasia dall'istmo di Suez, mentre l'antico istmo di Bering, ormai sommerso, che congiungeva la Siberia e l'Alaska, costeggia il circolo polare artico. Durante le ere glaciali, l'Eurasia era attaccata alle Americhe, che si unirono grazie all'istmo di Panama subito prima dell'inizio del Quaternario. A parte i brevi e caldi periodi interglaciali, come l'attuale Olocene, l'Africa, l'Eurasia e le Americhe costituivano un unico, gigantesco supercontinente. Durante il Quaternario, l'America si è trovata unita al supercontinente o separata da esso, a seconda dell'abbassamento o innalzamento del livello del mare; nello stesso periodo, invece, l'Australia e l'Antartide sono rimaste grandi continenti insulari.

Alcuni cambiamenti su scala planetaria, come quelli relativi alla temperatura media e al livello del mare, impongono anche cambiamenti biogeografici locali. Poiché il clima determina dove possono vivere, molti grandi animali terrestri – compresi gli esseri umani – migrano su lunghe distanze, con scale temporali che possono andare da un anno fino a quelle del modello astronomico di Milankovitch. Inoltre i ghiacciai continentali eliminano periodicamente aree terrestri anche estremamente vaste, e solo alcune vengono recuperate quando il livello del mare si abbassa. L'ultima glaciazione ha raggiunto il punto massimo circa 21 000 anni fa – quando il livello del mare crollò a circa 120 metri al di sotto di quello attuale – e si è conclusa intorno a 12 000 anni fa. Il *record* dei coralli di Chappell, aggiornato anche grazie alle più precise datazioni ottenute con la serie dell'uranio, attesta i rapidi cambiamenti del livello del mare intervenuti nel periodo interstadiale OIS 3: aumenti da 10 a 15 metri, con punte intorno a 30 000, 38 000, 44 000 e 52 000 anni fa. Questi bruschi innalzamenti, chiamati anche “eventi di Heinrich”, ognuno dei quali occupa lo spazio di appena qualche decennio, sono stati causati dal distacco di giganteschi iceberg dai ghiacciai continentali dell'emisfero boreale, con il conseguente rilascio di enormi volumi di acqua dolce nell'Atlantico settentrionale. Queste variazioni del livello del mare erano di piccola entità, se confrontate con i 120 metri di differenza tra l'era glaciale e quella interglaciale, ma erano sufficienti per sommergere isole e pianure costiere.

Partendo forse dalla Rift Valley dell'Africa orientale, gli esseri umani avrebbero così potuto seguire il sol levante, rimanendo sempre nella fascia tropicale, fino a giungere in Australia.

Alcuni ritengono che l'attraversamento del mare debba essere avvenuto quando il suo livello era basso, perché quei migranti non erano abbastanza abili da costruire barche in grado di affrontare il lungo viaggio, che avrebbe comportato una traversata in mare aperto di circa 120 chilometri. Dovevano attraversare la *linea di Wallace*, il confine sud-est della bioregione orientale. Questa linea ideale, che si stende tra il Borneo e Sulawesi, porta il nome di Alfred Russel Wallace, che condusse ricerche sul campo in questa regione mentre sviluppava la teoria evolutivista che avrebbe condiviso con Charles Darwin. In effetti solamente uccelli, pipistrelli, ratti, rettili, topi-ragno e *Homo sapiens* hanno compiuto questo viaggio: lo



hanno compiuto volando, nuotando, galleggiando su detriti prodotti dalle mareggiate – oppure costruendo imbarcazioni. Dovevano inoltre affrontare alcune grandi distese d'acqua per attraversare la *linea di Lydekker*, a est della quale, a partire dalla Nuova Guinea, si trova la bioregione australiana.

Chappell e Kurt Lambeck, geofisico dell'Australian National University, hanno poi dimostrato che l'attraversamento dell'istmo che connetteva l'Australia continentale alla Tasmania (dove oggi si trova lo Stretto di Bass) era possibile nell'OIS 3, ma solamente in un periodo successivo a 43 000 anni fa. Dunque non c'è da stupirsi che l'archeologia della Tasmania riporti datazioni massime solo lievemente posteriori a questa data, mentre i siti dell'entroterra australiano risalgono ad almeno 50 000 anni fa.

Anche la Nuova Guinea era collegata all'Australia durante le epoche glaciali, attraverso un istmo in corrispondenza dell'attuale Stretto di Torres che fu sommerso dal mare circa 14 000 anni or sono. Le tracce più antiche che attestano la presenza dell'uomo sono alcuni strumenti litici, rinvenuti in sedimenti su una terrazza corallina emersa nella Penisola di Huon: è stata loro attribuita indirettamente un'età compresa tra 52 000 e 61 000 anni fa mediante la datazione (con la serie dell'uranio e la termoluminescenza) di materiali di origine vulcanica presenti nei medesimi sedimenti.

Chappell e la collega Sue O'Connor, anche lei dell'Australian National University, sostengono che probabilmente furono proprio i crescenti livelli del mare a spingere i viaggi umani verso l'Australia. Quando il livello del mare sale, si determina una proliferazione delle risorse costiere tropicali sulle barriere coralline, nelle lagune e nelle foreste di mangrovie, e sulle pianure e le aree acquitrinose degli estuari. Il loro sfruttamento avrebbe prodotto una competenza marittima. E poiché il mare, innalzandosi, inondava isole e aree costiere, l'esodo sarebbe stato in una certa misura obbligato. Forse furono i monsoni a trascinare le zattere di bambù di quei navigatori costieri fino al Sahul, o Grande Australia, la massa continentale che durante il Pleistocene riuniva Australia, Nuova Guinea e Tasmania.

In ogni caso, è assai difficile che si possa ritrovare il sito del primo approdo in terra australiana; molto probabilmente è sommerso nelle profondità marine. L'ampia gamma di datazioni, attorno a 52 000 anni fa, che la maggior parte degli scienziati attribuisce

al primo approdo in terra australiana, coincide con il rapido innalzamento marino registrato nella scala di corallo di Chappell proprio nello stesso periodo.

Ma dopo che gli esseri umani approdarono su questa terra, che cosa fecero? Come per i dibattiti sulla prima colonizzazione, le dispute sull'estinzione della megafauna assumono caratteri addirittura esoterici, accendendo passioni politiche e scientifiche, che si propagano incontrollate e con crescente intensità come fa il fuoco sul continente australiano.

**Parte seconda**

**Estinzione**

# Tafferugli scientifici

“Se sono uno che deve pensare alla famiglia – che io sia un Aborigeno australiano o un *redneck* che se ne va in giro nell'*outback* del Queensland sul suo *ute* – di certo non mi metto a rincorrere un *bilby*<sup>1</sup> per una settimana se mi passa accanto un *wombat*<sup>2</sup> di due tonnellate”. Il commento, pronunciato con inconfondibile accento *strine*<sup>3</sup>, proveniva dalle fila del pubblico e si rivolgeva a un gruppo di esperti già impegnati in una combattiva discussione sulle cause dell'estinzione degli antichi animali giganti australiani, la cosiddetta *megafauna*. Il tipo avrà pensato di essere capitato nel bel mezzo di un'assemblea studentesca, visto che il dibattito era contrassegnato da tutti gli elementi caratteristici: retorica appassionata, pose studiate e anche insulti che scadevano nel personale.

La maggior parte degli studiosi presenti al dibattito pubblico preferì ignorare il contributo di quell'uomo, forse perché aveva troppo il sapore del buonsenso australiano, tradizionalmente concreto e pragmatico. Il tema principale del dibattito – che si svolgeva presso il National Museum of Australia di Canberra nel 2001 – era una vera e propria patata bollente che assumeva, spesso e volentieri, valenze politiche. I ricercatori australiani si erano, infatti, divisi in due gruppi: quelli che ritenevano che l'estinzione degli

<sup>1</sup> Piccolo marsupiale onnivoro poco più grande di un ratto.

<sup>2</sup> Marsupiale erbivoro quadrupede della famiglia dei Vombatidi. I wombati adulti delle specie attuali pesano 25-30 chilogrammi e sono lunghi circa 1 metro.

<sup>3</sup> Contrazione popolare di “Australian English”, cioè l'inglese parlato in Australia. I termini *redneck* e *ute* indicano, rispettivamente, un lavoratore bianco di condizione modesta e un camioncino utilizzato per il trasporto promiscuo di persone e merci, molto diffuso nell'*outback*.

animali fosse da attribuire ai cambiamenti climatici e quelli che, invece, erano convinti che la megafauna fosse stata sterminata, in un modo o nell'altro, dagli antenati degli Aborigeni. Il nuovo museo di storia della cultura aveva lanciato una campagna per richiamare l'interesse sulla mostra "Australia's Lost Kingdoms" (Regni perduti dell'Australia), curata dall'Australian Museum di Sydney e sponsorizzata da un noto produttore di barrette di cioccolato, che permetteva di conoscere la megafauna australiana, come l'enorme uccello *Bullockornis*, soprannominato *Demon Duck of Doom* (qualcosa come "Anatra Diavolo dell'Apocalisse"). Gli organizzatori avevano scritturato anche Frank, uno dei fossili di diprotodonte più famosi d'Australia, ma il suo cranio era stato danneggiato durante il trasporto e gli allestitori furono obbligati a esporre una sua controfigura.

Il National Museum of Australia, in realtà, non doveva far altro che cavalcare l'onda pubblicitaria che si era creata, solo qualche settimana prima, con la pubblicazione di una ricerca condotta da Richard Roberts della Wollongong University, che suggeriva l'ipotesi di una responsabilità umana nell'estinzione di massa della megafauna, che il gruppo faceva risalire a circa 46 000 anni or sono. Questa datazione – poco dopo l'inizio della colonizzazione umana dell'Australia, ma in un periodo di relativa stabilità climatica – suggeriva due ipotesi: una *guerra lampo* condotta dai primi Aborigeni, o una più lenta *guerra del fuoco*, con gli uomini che appiccavano incendi per tutto il continente, privando del nutrimento i grandi animali. Il gruppo ammetteva, però, che anche il clima poteva aver avuto un ruolo nella faccenda.

L'articolo era accreditato dalla pubblicazione sulla prestigiosa rivista americana *Science*, e i risultati avevano letteralmente infiammato gli studiosi sostenitori della catastrofe climatica, che intanto stavano portando avanti la loro campagna sui media. Le loro ire si scagliarono contro Tim Flannery, zoologo, allora direttore del South Australian Museum e coautore del controverso articolo di *Science*. Nel suo libro del 1994, *The Future Eaters* (I mangiatori di futuro), un bestseller in Australia, aveva sostenuto l'ipotesi che la megafauna fosse stata rapidamente annientata in seguito a una *guerra lampo*. La fazione che invece attribuiva la responsabilità al clima partecipava in forze al dibattito del National Museum of Australia, che sarebbe stato ritrasmesso dalla rete radiofonica ABC,

nella rubrica *Science Show* condotta dal giornalista Robyn Williams, che aveva l'arduo compito di moderare i contendenti.

Circa cinquanta specie, ovvero il 90 per cento degli animali terrestri australiani con peso superiore ai 45 chilogrammi, sparirono verso la fine del Quaternario. La maggior parte erano marsupiali, ma della megafauna estinta facevano parte anche l'uccello non volatore *Genyornis* e molti grandi rettili.

Anche varie isole, più o meno grandi, furono colpite da fenomeni di estinzione proprio in concomitanza con l'approdo dei primi esseri umani moderni. Tra le vittime vi furono l'uccello-elefante, *Aepyornis maximus*, che scomparve dal Madagascar circa 2000 anni fa, insieme ai lemuri giganti e ad altri grandi animali, come accadde a diverse specie di moa giganti non volatori della Nuova Zelanda, estintisi solo 600 anni fa. Gli uccelli del Madagascar hanno anche un'altra più specifica connessione con l'Australia, dove le loro uova possono arrivare trasportate dalle correnti oceaniche: tre di queste sono state trovate in questi ultimi decenni nel Western Australia. Un uovo di uccello-elefante perfettamente intatto, scoperto da alcuni bambini sulla spiaggia vicino a Perth nei primi anni Novanta, fu datato da Tuniz a circa 2000 anni fa con il metodo al radiocarbonio.

Le estinzioni si sono abbattute anche su continenti diversi dall'Australia; gli animali africani ne sono usciti relativamente indenni, forse perché gli umani si sono evoluti al loro fianco, concedendo loro il tempo necessario per perdere la loro ingenuità e acquisire forti sistemi di difesa contro il *grande predatore*. L'Eurasia ha perso il 36 per cento dei grandi animali, tra i quali mammut, orsi delle caverne e iene, ma i tempi delle estinzioni non sembrano corrispondere all'arrivo di esseri umani moderni<sup>4</sup>. I mammut dell'Isola di Wrangel, nell'Oceano Artico a nord della Siberia, sopravvissero fino a 4000 anni fa.

Il dibattito sulle estinzioni eurasiatiche e africane non ha però la stessa valenza politica di quelli in corso in Australia o in America,

<sup>4</sup> Alcuni, come Baz Edmeades, sostengono che il relativo impoverimento della megafauna in Africa (e in Asia) all'inizio del Quaternario sia da attribuire alla comparsa e alla diffusione del genere *Homo*, il primo ominide decisamente carnivoro, armato di strumenti di pietra e, soprattutto, in grado di controllare il fuoco. Ma neanche i generi precedenti sono esonerati dal sospetto.

dove invece le genti indigene sono tuttora coinvolte in battaglie di decolonizzazione, contro una cultura di cui la scienza appare parte integrante, e dove alcuni proiettano sulle culture indigene l'immagine di "verdi del Pleistocene". In Europa i Neanderthal sono spariti in seguito all'arrivo di *Homo sapiens*, ma classificare i Neanderthal europei come megafauna scatenerebbe le ire di più d'uno.

Le Americhe, colpite duramente dalla catastrofe, hanno perso i bradipi terricoli giganti, le tigri dai denti a sciabola, i leoni, i ghepardi, i mastodonti, i mammut, i cammelli e diverse specie di cavalli. Gli esperti americani si chiedono ancora se gli antenati dei Nativi Americani abbiano avuto un ruolo nelle estinzioni o se queste siano state dovute solo al clima. In questo caso esiste un margine di dubbio, visto che le prime date certe dell'occupazione umana in terra americana coincidono con un rapido mutamento climatico. In Australia, invece, la prima colonizzazione umana non è avvenuta in un periodo di drastici cambiamenti climatici, e ciò offre la possibilità di distinguere tra gli impatti prodotti dal clima e quelli provocati dagli esseri umani. Vedremo più avanti (pp. 145-153) come le analisi condotte sul DNA antico di una specie americana nativa, il bisonte, mettano in evidenza i tranelli in cui si può cadere accantonando troppo frettolosamente gli effetti del clima.

\*\*\*

Qualcosa di completamente fuori dall'ordinario era accaduto ai diprotodonti, al leone marsupiale carnivoro *Thylacoleo carnifex* e a svariati generi di canguri giganti. Il dibattito su cosa li abbia fatti uscire definitivamente di scena infuria sin dall'inizio del XIX secolo, quando i naturalisti descrissero per la prima volta gli strani fossili ritrovati dagli esploratori coloniali negli antipodi, come Thomas Mitchell, Surveyor-General<sup>5</sup> del Nuovo Galles del Sud tra il 1828 e il 1855. Molti dei fossili vennero ritrovati in alcune cavità, che probabilmente avevano funzionato da trappola. Altri furono rinvenuti invece sulle pianure e sui bacini lacustri, compreso il Lago Callabonna nel South Australia, dove un mandriano aborigeno scoprì un vero e proprio tesoro di fossili all'inizio degli anni Novanta del XIX secolo. Uno dei più attivi ricercatori di quel periodo, l'anatomi-

<sup>5</sup> Alto funzionario australiano preposto al controllo dell'attività del governo.

sta britannico Richard Owen – che dedicò decenni allo studio dei fossili – sospettava che “l’intervento ostile dell’uomo” avesse giocato un ruolo nell’estinzione.

Nel XX secolo sono stati effettuati nuovi ritrovamenti, e attualmente esistono dozzine di siti importanti sparsi tra l’Australia e la Nuova Guinea. I sostenitori della catastrofe climatica addebitano all’ultima era glaciale la scomparsa dei grandi animali, ma devono ancora spiegare come mai la megafauna, dopo aver resistito a una ventina di ere glaciali precedenti, si sia arresa soltanto durante l’ultima glaciazione.

Coloro che propendono per la responsabilità umana si dividono in due correnti: da un lato i sostenitori della *guerra lampo*, dall’altro quelli della *guerra del fuoco*, che ipotizzano un impatto umano indiretto. L’ipotesi della guerra lampo è stata formulata negli anni Sessanta da Paul Martin, dell’Università dell’Arizona, per spiegare la scomparsa della megafauna in America. Tim Flannery, il più noto sostenitore australiano di questa teoria, afferma che sono stati gli uomini a spazzare via i grandi animali che, secondo lui, svolgevano un ruolo ecologico importantissimo nel riciclo delle sostanze nutrienti del suolo. Così divennero predominanti piante facilmente infiammabili, capaci di tollerare terreni poveri. Scoppiarono incendi devastanti e l’idrologia del territorio subì un drastico cambiamento, alterando il clima. In risposta a tale situazione, afferma Flannery, gli antichi Aborigeni svilupparono nuove tecniche di gestione del territorio, appiccando piccoli incendi per evitare quelli di maggiore entità. In un ecosistema impoverito, la popolazione raggiunse così un nuovo equilibrio, che sarebbe stato poi turbato solamente dall’arrivo degli Europei.

Secondo i sostenitori della *guerra del fuoco*, invece, gli uomini appiccarono incendi per aprirsi dei passaggi o per stanare le prede, alimentando così un’estinzione di massa. Rhys Jones, che ha coniato il termine *firestick farming* (agricoltura del fiammifero), e il paleontologo Duncan Merrilees elaborarono quest’idea più o meno nello stesso periodo, alla fine degli anni Sessanta. “Non dobbiamo rimanere abbagliati dal potenziale della tecnologia moderna, sottovalutando o ignorando quello delle tecnologie più primitive”, scrisse Jones nel 1968.

Nello stesso anno, Merrilees pubblicò la sua teoria in un articolo, ormai divenuto famoso, intitolato, in quell’epoca ancora schiet-

ta, "Man the destroyer: late Quaternary changes in the Australian marsupial fauna" (L'uomo sterminatore: i cambiamenti della fine del Quaternario nella fauna marsupiale australiana). "Se [l'uomo aborigeno] fece un uso indiscriminato del fuoco senza aspettarsi eccessive ripercussioni, potrebbe essersi sbagliato di grosso ed essere stato penalizzato nel modo più drastico, con la diminuzione delle sue scorte di cibo e il declino della sua stessa popolazione."

Merrilees oggi afferma che il suo articolo aveva scatenato un putiferio, ma sottolinea il fatto che prove più recenti dimostrano che gli Aborigeni erano molto più attenti e coscienti nel loro uso del fuoco rispetto a quanto sembrava dai resoconti emersi al tempo in cui scrisse il suo articolo. "All'inizio mi sembrava quasi che se ne stessero lì, allegri e spensierati, ad accendere fuochi quando gli pareva, ma in realtà non è così. Questo non significa escludere che i progenitori degli Aborigeni arrivati in Australia possano essere stati spensierati e sventati; quello che non è ammissibile è partire dal presupposto che lo fossero. Questo è ciò che penso adesso."<sup>6</sup>

In assenza di date certe sui resti della megafauna e sulla prima colonizzazione umana, e senza una ricostruzione esaustiva del paleoclima, tutti e tre i modelli – il cambiamento climatico, la guerra lampo e la guerra del fuoco – rimanevano allo stato di pure congetture.

Uno dei primi tentativi di datazione delle ossa dei grandi animali venne fatto negli anni Cinquanta dal paleontologo americano Ernest Lundelius, allora all'Università di Chicago, che per venirne a capo impiegò la tecnica al radiocarbonio, che ai quei tempi era appena stata inventata. Lundelius, uno dei sostenitori di punta della teoria climatica dell'estinzione di massa, datò le ossa degli animali giganti ritrovate nella Mammoth Cave, una gigantesca grotta nella regione vinicola del Margaret River nel Western Australia. Il sito è un vero e proprio archivio della fauna che visse durante l'ultima fase del Pleistocene nella zona sud-occidentale dell'Australia. Essa racchiude al suo interno moltissime testimonianze fossili, dai diprotodonti ai canguri giganti, dalle echidne ai *Thylacoleo*. Lundelius recuperò un piccolo campione di carbone vicino alle ossa e riuscì a convincere il dipartimento di esplorazione della

<sup>6</sup> Conversazione con Duncan Merrilees, maggio 2005.

Humble Oil and Refining Company di Houston, oggi Exxon-Mobil, a effettuare una datazione sul campione per datare indirettamente le ossa. Infatti, le compagnie petrolifere – interessate a scoprire come si erano formati i giacimenti di petrolio – erano state rapide nell'attrezzare laboratori per la datazione al radiocarbonio, non appena il metodo era stato inventato.

L'età ottenuta risultò superiore a 41 000 anni, dunque oltre il limite di rivelazione che allora caratterizzava il metodo<sup>7</sup>.

Parecchi altri siti vennero datati nei quarant'anni successivi. In effetti, alcuni sembravano risalire a epoche abbastanza recenti da suggerire una lunga convivenza tra megafauna ed esseri umani, scagionando questi ultimi dalla responsabilità dell'estinzione di massa. Questi risultati, tuttavia, sembravano sospetti, sia per i problemi legati al limite di rivelazione del radiocarbonio, sia perché, non essendo disponibile il collagene necessario per una datazione diretta, si era dovuto ricorrere a una datazione di tipo indiretto. Inoltre, nessuno poteva ancora indicare con certezza la data della prima occupazione umana dell' Australia. Se i ricercatori non riuscivano a datare con precisione né l'arrivo dei primi uomini né le ossa che risultavano più antiche di 40 000 anni, era chiaro che la questione non era facilmente risolvibile. Come avvenne in America, questo gap scientifico generò un vuoto, che sarebbe stato poi riempito dalla politica.

Durante il dibattito al National Museum of Australia<sup>8</sup>, l'autorevole paleontologo Mike Archer affermò: "Oggi, le popolazioni indigene australiane sono tra i promotori più nobili e responsabili dei programmi di agricoltura sostenibile in Australia". Archer è noto soprattutto per le ricerche sugli antichi marsupiali, nonché per il progetto di clonare il tilacino, la famosa tigre marsupiale della Tasmania. È stato uno dei maestri di Flannery, ma adesso è suo acerrimo avversario.

"Per almeno 36 000 anni, queste popolazioni hanno tenuto vive e vegete specie che noi siamo riusciti a sterminare in modo incredibilmente rapido solo negli ultimi 200 anni", aggiunse Archer. "Ci

<sup>7</sup> Conversazione con Ernest Lundelius, giugno 2005.

<sup>8</sup> La trascrizione completa del dibattito è riportata in "Megafauna Extinction", *Science Show*, ABC Radio National, 8 settembre 2001, consultabile all'indirizzo [www.abc.net.au/rn/science/ss/stories/s356397.htm](http://www.abc.net.au/rn/science/ss/stories/s356397.htm).

sarebbe dunque da chiedersi perché i loro antenati avrebbero dovuto avere un'etica totalmente diversa e permettere uno sterminio di massa degli animali in tutto il continente”.

“Forse perché non ne avevano ancora i mezzi...”, suggerì Robyn Williams.

Archer rispose: “Si potrebbe parlare anche di questo, ma temo che sarebbe inevitabilmente viziato da pregiudizi. Dovreste disporre di prove davvero buone, prima di permettervi di accusarli [gli Aborigeni] di un tremendo atto vandalico... Intendo concentrare la mia attenzione su come hanno preservato la fauna, che noi stiamo adesso rapidamente distruggendo... Credo che ci sia ancora molto da imparare dalla sopravvivenza degli animali australiani e dai meccanismi che l'hanno resa possibile”.

La questione dell'estinzione si ritrova oggi invischiata nella politica della gestione del territorio, in particolare di quella dei parchi nazionali australiani. Molti parchi attuano al loro interno un regime di piccoli incendi controllati, simili a quelli usati molto tempo fa estensivamente dagli Aborigeni, per prevenire gli incendi più grandi e devastanti.

“Molti australiani sono turbati dal fatto che negli ultimi due secoli si sia verificata l'estinzione di molti animali e se ne sentono responsabili. Così alcuni si mettono l'anima in pace pensando che... se gli Aborigeni hanno fatto lo stesso, allora va tutto bene”, affermò Alan Thorne durante il dibattito. “Ho già sentito diverse persone fare affermazioni del tipo: ‘Beh, se questa gente ha fatto fuori gli animali nel passato, perché mai dovremmo restituirgli i parchi nazionali?’”

La voce degli Aborigeni era largamente assente dalla polemica. Forse alcuni pensano che l'immagine che generalmente gli viene attribuita sia grossolana, specialmente quando i loro antenati vengono dipinti come cacciatori incompetenti che usavano il territorio senza curarsene troppo.

“David Bowman, un brillante ecologo che lavorava nel Northern Territory, era stato incaricato dell'arduo compito di pianificare lo sterminio del bufalo indiano del Parco nazionale di Kakadu”, disse Archer rivolgendosi alla platea del dibattito. “Aveva a disposizione un grosso elicottero da combattimento, nonché qualsiasi tipo di arma feroce conosciuta al genere umano per portare a termine questa semplice faccenda, ovvero fare sparire da un parco nazio-

nale alcuni grandi animali, come i bufali indiani. Alla fine ci rinunciamo: non ce la faceva. E, nell'ambito di una conferenza sull'estinzione tenutasi un paio di anni fa, ci spinse a chiederci in che modo i primi abitanti dell'Australia avrebbero mai potuto sterminare ben quarantasei specie e milioni di animali, avvalendosi soltanto di utensili di pietra, tutt'al più lance, e, per di più, non solo in Australia, ma anche in Nuova Guinea e in tutte le isole vicine. Francamente Bowman non si capacitava di come si potesse anche solo concepire un'ipotesi del genere".

In realtà, i bufali di Kakadu hanno in comune con gli esseri umani migliaia di anni di evoluzione in terra asiatica, e una guerra lampo avrebbe richiesto sicuramente più di un paio d'anni. E gli Aborigeni – i migliori cacciatori del mondo – ci racconteranno allora che vi è più di un modo per scuoiare un *Thylacoleo*<sup>9</sup>. Un programma di ricerca con modelli di popolazioni animali, condotto proprio da Bowman pochi anni più tardi (pp.119-122), avrebbe concluso il dibattito accreditando l'ipotesi della guerra lampo.

Nel frattempo, la lotta darwiniana per la sopravvivenza degli accademici, che condividono una lunga storia, rende il dibattito ancora più acceso e confuso. Alcuni ricercatori reagiscono violentemente quando i loro risultati vengono attaccati. La competizione scientifica, formalizzata attraverso la pubblicazione dei risultati su riviste sottoposte al controllo di *referee*, o la loro presentazione in convegni scientifici, lascia posto a vere e proprie risse pubbliche all'interno dei media a più larga diffusione. Le argomentazioni danno luogo a svariate polemiche, i risultati più importanti vengono sminuiti, mentre, dall'altro lato, vengono montati argomenti fittizi pronti per essere poi demoliti. I ricercatori diventano così i bersagli di un assalto *ad hominem*, che arriva ad attaccare la sfera personale e la reputazione scientifica dei singoli soggetti coinvolti. Un comportamento simile, che un tempo era bandito dagli ambiti accademici, viene invece legittimato nell'attuale clima politicizzato. Una volta, un revisore che doveva valutare una proposta di finanziamento per un progetto sulle estinzioni della megafauna voleva che i ricercatori escludessero a priori l'ipotesi della guerra

<sup>9</sup> Dall'espressione inglese "There is more than one way to skin the cat" (c'è più di un modo per scuoiare un gatto, ovvero esistono vari modi per raggiungere lo stesso obiettivo).

lampo prima di effettuare la ricerca, e che coinvolgessero inoltre i capi aborigeni nell'interpretazione dei risultati ottenuti. Ecco le parole del revisore:

La scienza bianca, che ha già addossato all'arrivo degli Aborigeni lo sterminio della megafauna, rischia adesso di perpetuare una triste tradizione, secondo la quale vengono condotte ricerche sulle culture indigene nella totale assenza di un dialogo aperto con le popolazioni indigene direttamente coinvolte. Vi sono già state fortissime reazioni contro gli ambienti scientifici che hanno avanzato l'ipotesi di una caccia indiscriminata perpetrata dagli Aborigeni, che avrebbe causato le estinzioni di massa [...]. Questo è evidentemente un caso in cui è importante ribadire che l'oggettività scientifica deve non solo essere un principio basilare, ma deve anche essere percepita come tale. Sarebbe stato preferibile che questa proposta si fosse almeno distanziata da altre affermazioni precedenti che hanno alimentato il fuoco su queste braci in cui si percepiscono ancora le ingiustizie imperiali del passato.

Solo il modo di pensare più assurdo e illogico può sostenere che l'*oggettività scientifica* è onorata nel migliore dei modi ignorando i dati scientifici e formulando un'ipotesi esclusivamente a partire dall'attuale disagio degli Aborigeni. Il grande dibattito sull'estinzione della megafauna è assediato da sedicenti critici teorici che, guardando al mondo del passato, riescono solo a intravedervi le moderne battaglie di potere. Gli scienziati, nonostante tutto, proseguono imperturbabili nel loro cammino. Alcuni ricercatori sono passati dalle dispute sull'intervento umano alla determinazione delle differenze tra guerra lampo e guerra del fuoco. Alcuni studiano le possibili interazioni tra l'impatto umano e il fenomeno climatico di El Niño. La rivoluzione dei metodi di datazione degli ultimi anni ha fatto progredire il dibattito, grazie a nuovi fondamentali indizi apportati da ossa, pollini, gusci d'uova, carbone, escrementi, DNA antico e *chip* di silicio.

Quarant'anni dopo aver ottenuto la prima datazione al radiocarbonio di oltre 41 000 anni per la megafauna, Ernest Lundelius, ormai settantenne, è sceso di nuovo nelle caverne del fiume Margaret. Questa volta però, alla fine degli anni Novanta, partecipava in qualità di osservatore a una spedizione con il gruppo di Roberts. Il gruppo era armato di una nuova tecnica di datazione, una strate-

---

gia che aggirava il problema della datazione indiretta, e forniva un nuovo approccio alla preistoria in grado di presentare una visione di insieme, in modo da prendere gradualmente il posto delle indagini condotte esclusivamente in singoli siti isolati. Questa ricerca sarebbe stata estesa sia ai siti australiani sia a quelli della Nuova Guinea; Roberts e colleghi ne avrebbero riassunto i risultati nell'articolo apparso su *Science* nel 2001, che avrebbe scatenato tutto quel putiferio nel dibattito al National Museum of Australia.

Tuttavia, alcune risposte erano già sul piatto. Non provenivano dai resti degli enormi, carismatici marsupiali della Mammoth Cave, ma dal guscio dell'uovo di un enorme uccello estinto, il *Genyornis*, in una storia che illustra lo strabiliante ruolo della *serendipity*, cioè del caso fortuito, nelle scoperte scientifiche.

# I segreti del guscio di Geny

C'era una volta, 55000 anni fa, un pulcino di *Genyornis newtoni*. Fece capolino dal guscio dell'uovo che lo aveva ospitato per due mesi e si andò a sistemare sopra una duna di sabbia sulla sponda del Lago Eyre, nel South Australia.

Il patrimonio genetico che portava dentro di sé calzava a pennello con un ambiente che si stava gradualmente inaridendo. Questo pulcino era un esemplare dell'ultima delle otto specie di Dromornitidi, una famiglia di uccelli australiani strettamente imparentata con le anatre e le oche, che aveva barattato la capacità di volare con una stazza corporea imponente. Questa transazione evuzionistica valse loro il diritto di dimora proprio al centro dell'Australia, dove se la cavavano meglio gli animali che potevano ingoiare grandi quantità di cibo con scarso valore nutrizionale.

Il dromornitide più arcaico da cui discendeva era un uccello volatore che risaliva all'Eocene, 50 milioni di anni prima, e che probabilmente aveva abitato le zone costiere. Il pulcino del Lago Eyre – membro di una specie che presumibilmente fece la sua comparsa nel Pleistocene – aveva ereditato dal suo antenato le ghiandole nasali del sale, un adattamento che permette agli uccelli marini di bere acqua salata e che gli avrebbe conferito una marcia in più nell'ambiente del lago, che stava diventando sempre più salato.

Crescendo a un ritmo spaventosamente rapido, Geny sarebbe poi diventato un colosso alto due metri, con un testone enorme e due zampe tozze e ben piantate, per un peso complessivo di circa duecento chili, pronto per gironzolare nelle savane e negli ambienti stepposi in cerca di erba, cavallette e foglie. Il suo mondo era desolato rispetto alle foreste rigogliose che allora prosperavano in alcune zone costiere, ma lussureggiante se messo a confronto con

il paesaggio desertico che si può osservare oggi sul Lago Eyre. Con un bacino pari a un sesto del continente, il lago aveva raggiunto una profondità massima di 25 metri, ma ai tempi di Geny era meno profondo. Tuttavia poteva ancora sostentare le colonie di quegli uccelli, mentre le dune sabbiose circostanti ospitavano i nidi per le loro uova color crema, lisce al tatto e quasi sferiche, del diametro di 15 centimetri.

Quando una ventata d'aria fresca lo spruzzò d'acqua, arruffandogli le piume, il pulcino dal becco rosso sbatté le alette (che non servivano granché, ma facevano comunque parte degli accessori in dotazione), sgrandì gli occhietti luccicanti, e incominciò a guardarsi intorno, osservando quella stranissima terra di giganti.

Con un metro di altezza e oltre tre di lunghezza, il *Diprotodon optatum* è stato il più grande marsupiale mai esistito. Queste creature goffe e pelose erano più numerose dei loro parenti di dimensioni più piccole, gli *Zygomaturus trilobus* del Lago Eyre. I canguri dal muso corto erano diffusissimi in tutta la regione. Il più grande, alto due metri e mezzo, era il *Procoptodon* che, con i suoi duecento chili, pesava il triplo del grande canguro rosso moderno di cui condivideva l'habitat. Il *Phascolonus gigas*, un grosso vombo scavatore di almeno centocinquanta chili, trivellava le sue gallerie nella terra attorno al lago. Il diavolo della Tasmania gigante e il feroce leone marsupiale *Thylacoleo carnifex*, erano sempre a caccia di preda. Il *Thylacoleo* era grande come un leopardo, ma sembrava un micetto al cospetto dei rettili giganti che avevano battuto i mammiferi all'apice della catena alimentare: *Megalania prisca*, un varano gigante molto più grande di quelli di Komodo, lungo sette metri e pesante una tonnellata, era sempre pronto a fare a pezzi qualsiasi erbivoro fosse sopravvissuto a *Wonambi*, un serpente del diametro di trenta centimetri e lungo fino ai sei metri.

All'ombra dei giganti c'erano anche gli antenati degli animali australiani di oggi. I terreni di nidificazione dei *Genyornis* erano vicini a quelli degli antichi emù, che erano simili anche se non strettamente imparentati a quegli uccelli. Il paesaggio era cosparso di uova di emù, verdi e bitorzolute. Gli uccelli acquatici, d'altra parte, facevano sempre un gran baccano. Anatre, pellicani e una specie oggi estinta di fenicotteri, si accalcarono sulle sponde del lago e degli antichi fiumi, loro fonte di nutrimento, mentre tartarughe e coccodrilli emergevano dalla superficie dell'acqua.

Eppure questo strano mondo del Pleistocene era sul punto di essere distrutto per sempre.

\*\*\*

Molto tempo dopo, nell'Olocene, i geologi John Magee e Gifford Miller – rispettivamente dell'Australian National University e della University of Colorado, Boulder – si dirigono verso il lago Eyre, che oggi è una pianura salina di diecimila chilometri quadrati, per la maggior parte del tempo deserta. L'ultima fermata è l'Oasis Café, a Maree, 700 chilometri a nord di Adelaide. Questa cittadina dell'*outback* è il punto in cui la pista di Birdsville, la vecchia via del bestiame tra il Queensland e il South Australia, incontra la pista di Oodnatta. Adesso, però, questa zona è più famosa per via del geoglifo dell'Uomo di Marree, una raffigurazione lunga quattro chilometri e incisa sul terreno alla fine degli anni Novanta da alcuni buontemponi alla guida di trattori e muniti di dispositivi GPS.

Magee controlla la baracca che ospita i suoi strumenti per la perforazione, nota come "Campus di Marree dell'Australian National University", quasi a competere in ironia col cartello posto nella sterpaglia antistante, che segnala "MCG" (sigla del Melbourne Cricket Ground, il campo di cricket di Melbourne). Sulla strada che si allontana dalla cittadina, un enorme cartello stradale avverte "Remote Areas Ahead", evocando al guidatore poco pratico dei luoghi i rischi in cui potrebbe malauguratamente imbattersi. Sulla zona cadono meno di 125 millimetri di pioggia all'anno, il valore più basso in assoluto di tutta l'Australia, e le temperature estive superano i 45 gradi. Gli allevamenti di bestiame e di pecore della zona si approvvigionano di acqua dal Great Artesian Basin<sup>1</sup>.

La strada che conduce al Lago Eyre taglia attraverso un territorio sul quale riesce a crescere solo una rada vegetazione di acacie e atriplici: ma persino queste resistentissime piante stentano a sopravvivere. Un cancello attraverso il reticolato conduce alla zona dei dingo, che vivono al di là di una barriera lunga 2200 chilometri

<sup>1</sup> Il Grande Bacino Artesiano è una delle più grandi falde acquifere del mondo. Si estende per oltre il 20% del territorio australiano: quasi tutto il Queensland, il nord del Nuovo Galles del Sud, il sud-est del Northern Territory e il nord-est del South Australia.

eretta per proteggere le pecore delle fattorie situate a sud. È anche la via d'accesso alla zona desertica. Qui sono ben poche le specie animali che si possono osservare: qualche lucertola *Tiliqua rugosa* dal corpo tozzo e testa a forma di cuneo, un paio di canguri, qualche nibbio bruno e diverse specie di pivieri dalla testa rossiccia. Magee e Miller, superano in macchina il Lago Eyre Sud, collegato attraverso il canale di Goyder con la porzione nord del lago, che si estende con un'incredibile vista a perdita d'occhio. Si avvicinano alla sponda meridionale del Lago Eyre Nord, verso Williams Point, dal nome di un giovane scienziato scomparso prematuramente prima di completare le sue ricerche sul lago.

Il paesaggio che si presenta davanti ai loro occhi somiglia più a un acquarello che all'immagine proposta nei depliant dell'ente turistico del South Australia, dove la zona viene dipinta come una terra pericolosa, "aspra, deserta e inospitale" che evoca solamente sentimenti di paura e impotenza (i geologi non vi hanno mai avvistato un turista in anni e anni di spedizioni). Le nuvole, soffici e pastose, trapuntano il cielo, che sfuma dall'azzurro chiaro al blu cobalto, mentre se si sposta lo sguardo un po' più in basso, il bianco brillante delle saline è screziato dal giallo oro della sabbia. Togliendo gli occhiali da sole, questa scena apparentemente diafana e delicata fa male agli occhi, tanto che i tecnici addetti alla perforazione del terreno, che devono prelevare le carote sedimentarie dal centro del fondale, dove il sale raggiunge una profondità di mezzo metro, sono costretti a portare gli occhiali da saldatura.

Qui la luce inganna lo sguardo, e i miraggi cancellano l'orizzonte. Verso nord-ovest si intravede l'isola di Shelly, che sembra incagliata, quasi a un passo dalla linea costiera. In realtà si trova ad almeno sei chilometri di distanza, e se si tenta di raggiungerla incamminandosi sulla crosta di sale che crepita sotto i piedi, l'isola rimane sempre là in fondo, irrimediabilmente lontana. Il segnale fissato da John Magee, un paletto d'acciaio conficcato solidamente sulla sponda del lago, è un punto di riferimento concreto in questa terra ingannevole. Un'altro punto di riferimento si trova sospeso a 20000 chilometri d'altezza, da dove i satelliti trasmettono dati ai ricevitori GPS dei geologi.

Da questo punto, Magee e Miller camminano secondo linee rette lungo un'antica duna di sabbia, sotto un sole cocente e lottando contro il vento, che qui ha lo stesso sapore della brezza

marina. Da poco un emù ha deposto un uovo, ma questi grandi animali non si lasciano avvicinare facilmente. I frammenti di uova dei *Genyornis* sono sparsi lungo tutta l'arida distesa sabbiosa, disseminata di scavi di conigli: i geologi, intanto, registrano le coordinate GPS delle dune.

Un pezzetto di guscio d'uovo, in cui il pulcino Geny iniziò la sua vita, brilla al sole e i due scienziati lo ripongono in un sacchetto di plastica numerato. Insieme a migliaia di altri frammenti, getterà luce sull'estinzione della specie del nostro pulcino.

\*\*\*

Né Magee né Miller ricordano a quando risale l'elaborazione del loro istogramma che metteva a confronto la frequenza delle uova degli emù e dei *Genyornis* con l'età dei frammenti. Nell'ambito delle loro ricerche sul monzone australiano, i due geologi avevano usato quei campioni per datare i sedimenti del Lago Eyre: stavano, infatti, studiando le variazioni delle piogge trasportate nell'entroterra dai venti estivi negli ultimi 120000 anni. Le piogge monsoniche – che oggi cadono solo raramente sul Lago Eyre, circondato dai deserti Tirari e Simpson – un tempo andavano a ingrossare fiumi possenti come il Diamantina o il Cooper, nell'ampio bacino imbrifero a nord-est, nel bel mezzo del Queensland. Ai giorni nostri, il monzone sfiora soltanto le parti più settentrionali dell'Australia, mentre il Lago Eyre rimane arido per la maggior parte del tempo.

La storia delle precipitazioni è registrata nelle contrazioni ed espansioni successive della linea costiera del lago. È registrata anche nella comparsa e nella sparizione delle dune, accumulate ed erose intorno al lago, quando il vento sollevava la sabbia dal fondo del lago durante le fasi aride. Nei periodi di estrema siccità le acque sotterranee, che risalgono verso il fondo del lago attraverso minuscoli canali creatisi in mezzo ai sedimenti, diventano più salate. Il sale cristallizza così nei sedimenti, disgregandoli ed esponendoli all'erosione del vento. Il livello del fondo del lago, che oggi si trova 15 metri sotto il livello del mare, cala quindi in misura proporzionale all'aridità del clima del periodo corrispondente.

Ricostruire l'impatto dell'acqua, del vento e del sole sul lago è come analizzare l'armonia di una fuga barocca: Miller e Magee

decifrano, infatti, la complessa idrologia del Lago Eyre proprio come i direttori d'orchestra leggono una partitura di Bach. Il tempo è tutto nella musica e anche negli studi preistorici seri; i due scienziati avevano bisogno di un metodo affidabile per datare i sedimenti. Per risalire all'età di uno strato geologico i due decisero di utilizzare la datazione dei gusci fossili provenienti dallo stesso strato.

Dall'inizio della loro collaborazione, nel 1992, Miller e Magee hanno raccolto circa 100000 campioni di uova fossili provenienti non solo dal Lago Eyre, ma anche da altri siti. Le loro indagini sul campo si sono svolte durante l'inverno, quando il clima è più mite e la temperatura non supera i 25 gradi. Con l'appoggio di altri esponenti del gruppo di ricerca, i due hanno trascorso fino a sei settimane in mezzo al deserto, recandosi ogni giorno nei siti, setacciando le dune e le *lunette* a piedi o in motoretta per raccogliere i preziosi resti di uova fossili.

Gli antichi uccelli giganti inadatti al volo deponevano uova enormi e robuste, resistenti agli attacchi chimici, che possono conservarsi nell'ambiente per milioni di anni, finché restano sepolte, ben protette dall'azione del vento e dalle incursioni di animali in cerca di una fonte di calcio facilmente disponibile.

Gli scienziati hanno analizzato le fotografie aeree e le immagini satellitari per individuare i siti più promettenti. Cercavano principalmente le cavità eoliche, cioè i luoghi in cui l'azione erosiva del vento ha scavato la sabbia delle dune facendo affiorare oggetti più pesanti. Le cavità eoliche, progressivamente, fanno emergere gusci d'uovo e qualche volta riportano alla luce persino interi nidi. Valutando il peso dei frammenti rimasti, i nidi degli uccelli, spesso accumulati in gruppi, contenevano originariamente fino a quindici uova, il che suggeriva che gli uccelli covavano le uova in comune oppure ritornavano allo stesso nido in ogni stagione.

Mentre analizzavano i depositi più grandi, Miller e Magee andavano via via annotando le coordinate GPS e i dettagli stratigrafici di ogni sito. A volte prelevavano campioni di sabbia per datarli con il metodo OSL. I geologi notarono anche che di solito i gusci fossili del *Genyornis* si trovavano vicini a quelli degli emù e ciò attirò la loro curiosità sugli uccelli estinti, che occupavano le stesse dune dei ratiti, sebbene in quel momento la loro attenzione si concentrasse più sui sedimenti che sui metodi di datazione.

Il laboratorio di Miller in Colorado si occupava di datare i campioni mediante una tecnica nota come racemizzazione degli amminoacidi (AAR, *amino acid racemisation*). Il carbonato di calcio del guscio d'uovo si forma all'interno di una struttura proteica, che unitamente alla forma conferisce alle uova la caratteristica resistenza. Uno degli amminoacidi contenuti in questa struttura proteica è l'isoleucina; poiché la molecola di questo amminoacido si trasforma gradualmente, secondo una tempistica conosciuta, nel suo enantiomero D-alloisoleucina, una molecola con diversa struttura, la proteina può fungere da orologio chimico. Il laboratorio di Miller si avvaleva della cromatografia liquida ad alta pressione, una tecnica analitica piuttosto sensibile, per separare le forme alternative degli amminoacidi, gli enantiomeri, e misurarne le proporzioni in ciascun campione. Il laboratorio lavorò instancabilmente ventiquattr'ore al giorno per portare a termine l'impresa. La tecnica della AAR è relativamente imprecisa, quindi i geologi esaminarono enormi quantità di campioni, proprio come gli epidemiologi analizzano i metadati per correggere i fattori confondenti nelle statistiche sulle malattie moderne. Questa tecnica analitica è rapida ed economica rispetto ad altri metodi, come quello al radiocarbonio, che può costare oltre 1000 dollari per campione. Il gruppo, infatti, fu in grado di portare a termine l'analisi di oltre 2000 campioni del solo Lago Eyre.

Dal momento che il ritmo secondo il quale si verifica il cambiamento strutturale dell'isoleucina nel suo enantiomero dipende dalla temperatura ambientale, l'orologio chimico può andare più veloce in alcuni siti rispetto ad altri e variare inoltre nell'arco dei millenni, seguendo l'andamento dei cambiamenti climatici globali: durante le glaciazioni del Pleistocene le temperature del Centro australiano sono state anche di 9 gradi centigradi inferiori a quelle odierne. Magee e Miller dovettero calibrare il loro orologio con altre datazioni, ottenute mediante il radiocarbonio e la serie dell'uranio sui gusci fossili e mediante la tecnica OSL sulla sabbia che ricopriva i gusci.

In seguito i due tracciarono su un grafico tutte le età dei gusci fossili, dei *Genyornis* e degli emù. Magee ricorda che i risultati fecero rimanere gli scienziati a bocca aperta: "improvvisamente scoprimmo che la distribuzione dei gusci fossili di emù si protraeva fino ai nostri giorni, mentre quella dei gusci di *Genyornis* crollava

improvvisamente intorno ai 50000 anni. Ci rendemmo conto che, involontariamente, avevamo datato l'estinzione del *Genyornis*".

Il fatto che i gusci fossili di emù fornissero una serie ininterrotta di date fece escludere la possibilità che l'improvvisa scomparsa dei gusci dell'uccello più grande fosse riconducibile a qualche problema di conservazione. I due scienziati continuarono pertanto i loro studi per confermare i dati ottenuti, includendo nella ricerca anche due regioni semiaride – il Lago Frome, a sud-est del Lago Eyre, e il bacino del Murray-Darling della parte occidentale del Nuovo Galles del Sud – per verificare se l'estinzione fosse avvenuta solo a livello locale o su scala più estesa. Possedendo una delle più stabili riserve idriche dell'entroterra australiano, la regione del Murray-Darling, avrebbe rappresentato un buon rifugio per la megafauna durante i periodi di siccità.

La combinazione dei risultati ottenuti, che coprivano gli ultimi 130000 anni, consentì di collocare l'estinzione tra 45000 e 55000 anni fa in tutte le zone climatiche: tale stima si avvicinava alla data della prima colonizzazione del continente. Ma per scoprire se erano stati gli esseri umani o i cambiamenti climatici a far scattare l'estinzione, i due studiosi dovevano verificare i dati paleoclimatici. Rispolverarono quindi le loro ricerche sul monzone del Lago Eyre: i *record* dimostravano che il lago era stato per l'ultima volta un corpo d'acqua permanente circa 60000 anni fa (dunque prima dell'estinzione di massa della megafauna) e che si stava gradualmente prosciugando quando scomparve il *Genyornis*.

Tuttavia, il biota supportato dal lago aveva attraversato tempi peggiori: il più difficile risaliva a 140000 anni fa, quando l'azione erosiva del vento provocò l'affossamento del fondo del lago fino a 19 metri sotto il livello del mare, una quota inferiore rispetto a quella dell'ultima era glaciale e anche rispetto a quella odierna. Altri periodi secchi, sebbene meno intensi, si verificarono tra 60000 e 50000 e tra 30000 e 16000 anni fa. Il *Genyornis* scomparve dunque dal bacino imbrifero del Lago Eyre durante un periodo moderatamente secco oppure nel successivo periodo umido.

Le ricerche di Jim Bowler sui Laghi Willandra suggerivano un prolungato periodo arido nel vicino bacino di Murray-Darling. Tale siccità terminò 60000 anni fa, quando le piogge riempirono il bacino di acque permanenti e si sviluppò una rigogliosa vegetazione. Circa 40000 anni fa, il clima iniziò a diventare di nuovo più secco e

registrò poi cospicue fluttuazioni prima che i laghi si prosciugassero completamente circa 25000 anni fa. Il *Genyornis* si era estinto nella regione Murray-Darling molto prima che iniziasse il periodo arido 40000 anni fa.

I paleoclimatologi avevano scoperto la prima prova inconfutabile che scagionava il cambiamento climatico dalla responsabilità dell'estinzione di massa della megafauna. Dopo aver consacrato tanti anni allo studio del monzone, si trovavano sul punto di ampliare il loro ambito di ricerca. Magee e Miller annunciarono i propri risultati preliminari in occasione del convegno "Quaternary Extinction Symposium", tenutosi a Perth nel 1997, e pubblicarono i dati definitivi in un articolo pionieristico pubblicato su *Science* nel 1999, rompendo il silenzio sull'estinzione della megafauna che le riviste più autorevoli avevano mantenuto per vent'anni. Ma c'era voluta molta *hard science*, una rivoluzione nelle tecniche di datazione e un pizzico di fortuna perché il tema tornasse al centro dell'attenzione.

In una nuova performance, i due provocarono un altro tumulto nel 2005, durante il successivo convegno degli specialisti di estinzioni, con l'annuncio di ulteriori risultati, debitamente pubblicati su *Science*. Il guscio fossile di *Genyornis* aveva puntato un faro sul passato, questa volta illuminando l'antico paesaggio ed evocando uno scenario di fuoco e devastazione proprio mentre *Homo sapiens* stava espandendosi in tutto il continente.

Gli scienziati avevano esteso le loro ricerche dal Lago Eyre e dal bacino Murray-Darling, per includere campioni provenienti da zone più remote, come Port Augusta, nel South Australia, dove un sito soprannominato "Geny Heaven" (Paradiso dei *Genyornis*) era zeppo di gusci fossili: volevano assicurarsi che i risultati del Lago Eyre fossero validi anche al di fuori della zona semiarida. Analizzando ulteriori campioni provenienti da tutte le regioni, riuscirono a risalire a ritroso nel tempo fino a 140000 anni fa. Le ricerche confermarono a 50000 anni fa l'epoca dell'estinzione di *Genyornis* nelle diverse zone climatiche. Ormai convinti che gli esseri umani avessero avuto un ruolo tutt'altro che marginale nell'estinzione di questa specie, gli scienziati vollero fare chiarezza sulla dinamica dei fatti: era stata una guerra lampo o una devastazione ambientale? Magee e Miller avevano ora bisogno di sapere come viveva e cosa mangiava il *Genyornis*. In un altro caso esemplare di *serendipity*, gli scienziati escogitarono una maniera per scoprirlo servendosi di

una tecnica che era stata già utilizzata per ricostruire le diete di qualsiasi essere vivente, dagli elefanti ai Vichinghi.

I laboratori di datazione al radiocarbonio analizzano i campioni per misurare la concentrazione degli isotopi stabili, carbonio-13 e carbonio-12, assieme al carbonio-14 usato per la datazione. La maggior parte degli organismi viventi discriminano gli isotopi più pesanti, come carbonio-13 e carbonio-14, in un processo chiamato frazionamento, l'equivalente naturale dell'arricchimento dell'uranio usato nella costruzione di armi nucleari<sup>2</sup>. In uno studio precedente, Miller e Magee avevano osservato che campioni corrispondenti a epoche prossime al limite di rivelazione del radiocarbonio contenevano elevate quantità di carbonio-13. "Era un segnale chiaro", afferma Miller. Arruolarono così Marilyn Fogel, biochimica del Carnegie Institute di Washington, per indagare la possibilità di usare il carbonio-13 e il carbonio-12 allo scopo di ricostruire l'ambiente e la dieta nutrizionale del *Genyornis*.

Dato che i vegetali prediligono l'isotopo più leggero, gli zuccheri da esse prodotti presentano un rapporto tra carbonio-13 e carbonio-12 più basso rispetto all'anidride carbonica atmosferica. Tuttavia, esse si differenziano per l'entità di questo frazionamento, a seconda del loro meccanismo di fotosintesi. Gli isotopi del carbonio passano attraverso la catena alimentare, e la loro proporzione all'interno del guscio d'uovo, dei denti o delle ossa di un animale è in grado di dirci quali vegetali comprendeva il loro menu: alberi, arbusti o erbe come il grano, che usano il meccanismo fotosintetico C3; oppure piante C4, cioè adattate alla siccità e in grado di trattenere l'acqua al loro interno, come il mais, la canna da zucchero e l'erba australiana di cui si nutrono i canguri. Favorite dai climi caldi e dagli alti livelli di irradiazione solare, le piante C4 predominano nel Top End, l'estremo nord dell'Australia, dove costituiscono il 95 per cento della vegetazione. Sono in vantaggio rispetto alle piante C3 nei climi più aridi, come dimostra lo straordinario successo dello *Spinifex*, un'erba desertica dal sapore non proprio prelibato. Le piante C4, inoltre, possono sopportare anche bassi livelli di anidride carbonica atmosferica.

<sup>2</sup> Il frazionamento isotopico altera le datazioni al radiocarbonio, tanto che si effettua una correzione utilizzando il carbonio-13 come guida per misurare la capacità dell'organismo di discriminare l'isotopo radioattivo.

## Fotosintesi C3 e fotosintesi C4

Il meccanismo C3 sorse nei microrganismi fotosintetici 3 miliardi di anni fa, mentre l'evoluzione del C4 risale a 25 milioni di anni fa, quando i livelli di anidride carbonica terrestre precipitarono, spiega il biochimico vegetale Hal Hatch. Hatch e il collega Roger Slack, entrambi australiani, furono i primi a condurre studi sulla fotosintesi C4 tra la fine degli anni Sessanta e i primi anni Settanta. Insieme a gruppi di scienziati americani e russi, i due furono i co-scopritori del processo deviante; furono inoltre i primi a riconoscere il significato della fotosintesi C4 e a metterne in luce l'insolito meccanismo.

Graham Farquhar, dell'Australian National University, esperto di fotosintesi noto per il suo sofisticato lavoro di modellamento delle reazioni, afferma che la chimica del frazionamento isotopico è "facilissima", prima di lanciarsi, tralasciando le nozioni più strettamente matematiche, in una vibrante esposizione dei processi che avvengono nella caotica macchina verde all'interno della foglia. Tali processi includono gli enzimi, incaricati di catalizzare la fotosintesi, e le diverse proprietà termodinamiche dell'anidride carbonica conferite dal carbonio-12 e dalla sua controparte pesante, il carbonio-13, mentre il gas entra ed esce dagli stomi, i minuscoli pori della pianta.

Il frazionamento ha inizio quando la pianta cattura dall'aria le molecole di anidride carbonica nelle prime *reazioni della fase oscura* della fotosintesi, la catena di montaggio dei nutrienti attivata dall'energia solare che viene sfruttata nelle *reazioni della fase luminosa*.

Per catalizzare le reazioni della fase oscura, le piante C3 utilizzano la rubisco, un enzima composto di circa 45000 atomi, che si trova all'interno del cloroplasto, sede della produzione di nutrienti nelle cellule del mesofillo, al centro del tessuto fogliare. La rubisco però non riesce a distinguere bene tra ossigeno e anidride carbonica. Nei giorni torridi, quando la pianta chiude parzialmente gli stomi per limitare la perdita d'acqua, l'anidride carbonica contenuta nelle tasche d'aria della foglia si esaurisce e la rubisco reagisce maggiormente con l'ossigeno: quindi la fotosintesi e la produzione di nutrienti si arrestano.

I vegetali C4 hanno un vantaggio evolutivo sui C3. Anch'essi usano la rubisco, ma seguono un percorso chimico diverso, usando nella prima parte della fissazione del carbonio l'enzima PEP-carbossilasi, che non reagisce con l'ossigeno. Un suo prodotto acido fornisce l'anidride carbonica alla rubisco (che nelle piante C4 si trova in cellule specializzate diverse), saturandola con il gas e compensandone l'incapacità di discernimento. Le piante C4 sono in grado di chiudere parzialmente gli stomi nei giorni caldi senza bloccare la fotosintesi.

"Le C4 hanno un caricabatterie potenziato", conclude Farquhar.

Rispetto alle C4, le piante C3 sono in grado di operare una discriminazione più efficiente dell'isotopo più pesante del carbonio. Per misurare la differenza, Marilyn Fogel e la collega Beverly Johnson (del Bates College, nel Maine) hanno raccolto campioni di piante da tutta l'Australia: volevano approfondire le loro ricerche sulle particolarissime erbe australiane, che ammontano a circa un centinaio. Gli scienziati hanno anche condotto degli esperimenti di nutrizione sui moderni emù, sugli struzzi e sulle quaglie per scoprire in che modo poteva essere rivelata la traccia isotopica delle piante all'interno dei gusci d'uovo. Il carbonio contenuto all'interno della calcite minerale del guscio d'uovo proviene dal bicarbonato disciolto nel sangue ed è in grado di rivelare la dieta dell'uccello nei giorni o nelle settimane precedenti la deposizione dell'uovo. Il carbonio presente nella struttura proteica del guscio riflette la composizione proteica del volatile e conserva traccia degli alimenti assunti nei mesi precedenti la deposizione.

Fogel è in grado di leggere le firme isotopiche come un menu. Analizza campioni delle unghie degli scienziati che visitano il suo laboratorio, aggiungendo i risultati nel suo database. Come la maggior parte degli Australiani, Magee rivelava tendenze carnivore, mentre Miller esibiva un segnale C4 più forte, riflettendo la ben nota propensione americana per il mais.

Uno scienziato del gruppo, Michael Gagan, anch'egli dell'Australian National University, ha misurato i rapporti isotopici con uno spettrometro di massa, esaminando campioni di appena 200 microgrammi estratti da guscio d'uovo (vedi box a pagina seguente). In base a tali analisi, Fogel ha potuto stabilire che, prima di 50000 anni fa, gli emù mangiavano piante C3 o C4, o entrambe, e mostravano una flessibilità che permetteva loro di passare dalle nutrienti erbe C4 agli alberi e ai cespugli C3. Ma i loro contemporanei *Genyornis* avevano bisogno almeno di un po' delle piante C4 per sopravvivere. Nei 45000 anni passati, invece, le piante C3 hanno costituito il principale alimento degli emù, e questo fa ritenere che sia avvenuta una distruzione brusca e piuttosto estesa della vegetazione C4, o almeno delle piante C4 commestibili. La tipica erba C4 australiana che si ritrova oggi un po' dovunque negli entroterra paludosi, nota come *canegrass* (*Eragrostis australasica*), si diffuse dopo il collasso dell'ecosistema, ma la maggior parte degli animali ne fa volentieri a meno.

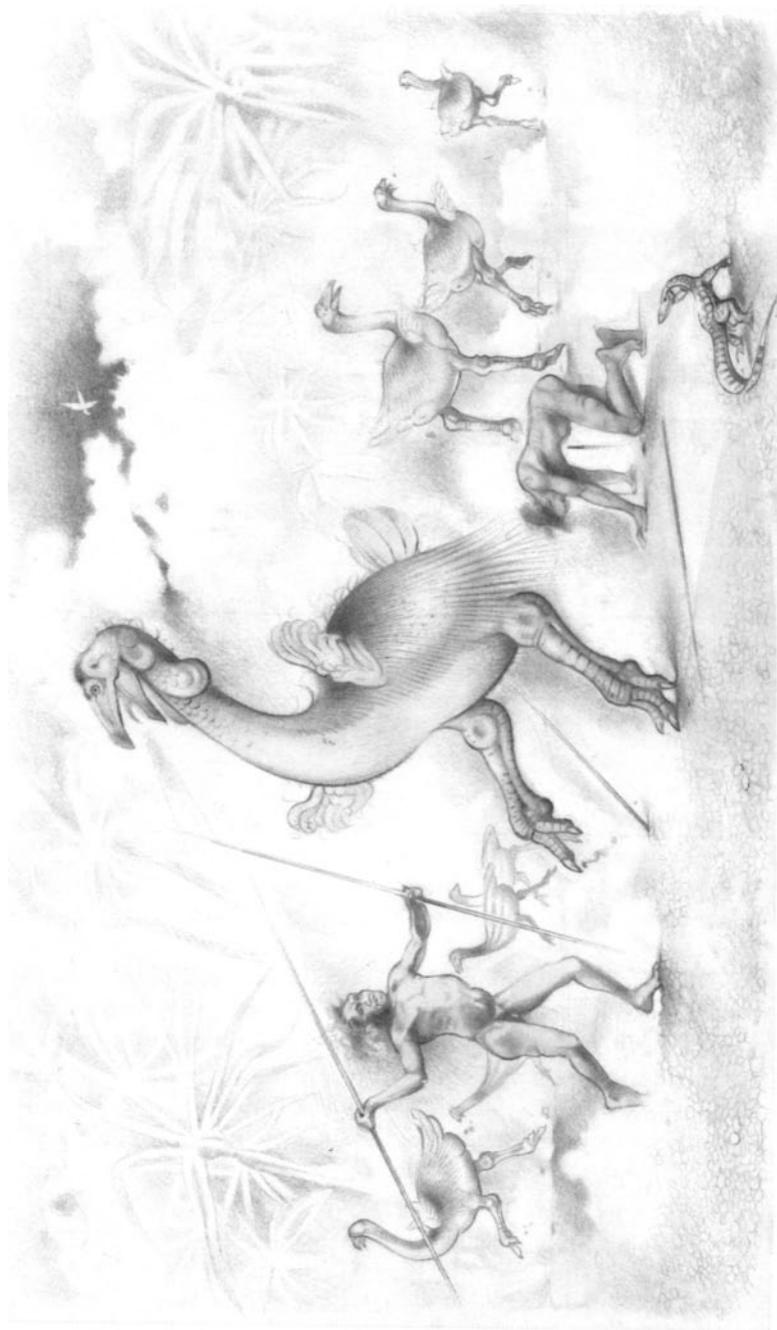
## Spettrometria per gusci d'uovo

Nella sorgente dello spettrometro, due gocce di acido fosforico liberano anidride carbonica dal campione di guscio d'uovo. L'anidride carbonica affluisce in una camera dove viene ionizzata dagli elettroni emessi da un filamento incandescente. Accelerati attraverso un potente campo magnetico, gli ioni positivi cambiano direzione, e il loro percorso dipende dalla massa. Due fasci, uno per il carbonio-12 e uno per il carbonio-13, colpiscono i collettori, che sono in grado di contare le quantità di ciascun isotopo.

Per quanto sensibili, gli spettrometri di massa non sono così stabili da fornire stime assolute; possono però misurare i rapporti isotopici rispetto a un campione di carbonato di calcio fissato come standard internazionale. Il primo standard era il PDB, *Peedee belemnite*, un fossile di una specie estinta di calamari proveniente dalla costa orientale degli Stati Uniti. Questa forma di carbonato di calcio pura e uniforme è esaurita da molto tempo e gli scienziati attualmente utilizzano un altro standard, il NBS19, che si dice provenga dalla tavoletta di marmo di un water di incerta origine. Gli scienziati impiegano di rado questo standard e Gagan, perentorio, afferma: "Non vogliamo esaurire questa risorsa di NBS19. Si tratta della tavoletta di un water, che è davvero piccola".

Da un po' di tempo il gruppo di ricerca sospettava che dietro l'estinzione del *Genyornis* vi fosse stato il collasso dell'ecosistema. Se ciò era vero, tutti gli erbivori ne dovevano essere stati colpiti, e il modo migliore per testare la validità di questa ipotesi era esaminare i denti dei vombati. Gli scienziati analizzarono lo smalto dentario di esemplari di vombato di Port Augusta e del bacino di Murray-Darling, allo scopo di determinare le erbe e le canne ingerite da quegli antichi marsupiali. I risultati furono gli stessi di quelli ottenuti per il *Genyornis*: le piante C4, avvezze alla siccità, costituivano dal 40 al 100% della dieta dei vombati, erbivori obbligati, vissuti 50000 anni fa; 5000 anni dopo, però, questi animali si nutrivano principalmente di piante C3.

La ricerca fu confermata dal lavoro di Rebecca Fraser, che aveva lavorato presso l'Australian National University: la scienziata aveva confrontato le tracce isotopiche dei denti di vombati uccisi dalle auto nello Stato del Queensland, ricco di vegetazione C4, e nella



regione delle Snowy Mountains nella parte meridionale del Nuovo Galles del Sud, dove predominano le piante C3. Scopri che le tracce isotopiche lasciate dalle due fonti alimentari differivano considerevolmente.

Nelle zone più temperate, è anche possibile effettuare analisi sul polline fossile, per stabilire quali piante caratterizzavano il paesaggio, ma il polline conservato nei sedimenti dell'arido entroterra australiano è piuttosto scarso. Le analisi dei gusci d'uovo del *Genyornis* e degli emù riuscirono così a colmare questa lacuna, determinando la prima datazione inconfutabile della "morte" del Centro australiano. Grazie al confronto con i risultati ottenuti dallo smalto dentario dei vombati, gli scienziati riuscirono a identificare un collasso ecologico piuttosto massiccio, avvenuto in concomitanza con l'arrivo degli esseri umani.

Per capire se anche il clima avesse svolto un ruolo nella vicenda, il gruppo di ricerca divise il proprio set di dati in intervalli di 15000 anni, che risalivano fino a 140000 anni addietro. Si concentrò ulteriormente l'attenzione sulla tempistica dei cambiamenti climatici durante l'era glaciale, dalla fase interglaciale precedente a quella attuale. Tuttavia, il clima non aveva provocato il collasso, perché le piante più resistenti all'aridità avevano superato le fluttuazioni climatiche del passato. C'era voluto lo shock dell'occupazione umana per riuscire a distruggerle, evento dal quale non si sarebbero più riprese, neanche nelle condizioni climatiche più umide e miti dell'inizio dell'attuale periodo interglaciale, circa 12000 anni or sono.

Le incertezze nella datazione dell'estinzione di massa – che oscilla tra 45000 e 55000 anni fa – e della prima occupazione umana – anch'essa collocata tra 45000 e 55000 anni fa – ha impedito agli scienziati di operare una netta distinzione tra le due possibili cause di estinzione.

Forse fu l'uso del fuoco da parte dei primi australiani a infliggere il colpo fatale. La megafauna potrebbe aver resistito per 10000 anni, dopo il primo approdo degli umani: una "cottura a fuoco lento", fino all'estinzione. Ancora oggi, nessuno sa quanto tempo avrebbe potuto richiedere la distruzione di un ecosistema a colpi di incendi. Miller e Magee sono riusciti a recuperare meno di dieci frammenti di gusci carbonizzati di *Genyornis* che sembrano essere stati bruciati su focolari. Hanno trovato, tuttavia, molti analoghi

resti di gusci di emù e ciò suggerisce che la convivenza tra esseri umani e *Genyornis* sia stata breve.

Forse i grandi animali sono scomparsi poco dopo l'approdo umano, come previsto nell'ipotesi della guerra lampo di Flannery, con gli incendi che infuriavano come conseguenza del loro arrivo. Il ruolo degli uomini che risultava dalla ricerca sui gusci di *Genyornis*, era però sfuocato. Cosa tenevano in mano quegli uomini? Torce infuocate o lance da caccia?

Miller e Magee propendono per lo scenario della "cottura a fuoco lento", e affermano che una caccia indiscriminata non avrebbe potuto causare i "radicali mutamenti nella catena alimentare" rivelati dai loro dati. Una guerra lampo non avrebbe potuto causare le variazioni nutrizionali osservate negli emù e nei vombati. Inoltre neanche nelle altre isole, dove si accetta comunemente l'ipotesi della rapida strage per spiegare le estinzioni di massa, è emersa alcuna prova empirica inconfutabile che il diffuso cambiamento nella vegetazione sia l'inevitabile conseguenza di una guerra lampo, aggiungono Miller e Magee. Nella loro modellizzazione matematica riportata nel 2005 sulla rivista *Geology*, gli scienziati sostenevano che gli incendi appiccicati dall'uomo potrebbero aver effettivamente alterato il clima su scala continentale. La loro teoria è che la distruzione della vegetazione abbia ridotto la quantità di acqua rilasciata nell'atmosfera dalle piante e trasportata nelle zone interne dai monsoni estivi, l'oggetto iniziale delle loro ricerche. Prima di 60000 anni fa, il monzone portava acqua nel cuore dell'Australia; oggi porta piogge solamente sulla costa nord, mentre le zone centrali sono battute da venti secchi. Sistemi di piovosità analoghi sono scomparsi e ricomparsi anche su altri continenti con il susseguirsi delle ere glaciali, e sono ripartiti nuovamente 10000 anni fa. Ma nel caso del continente australiano qualcosa ha inceppato il meccanismo della ricomparsa del precedente sistema di piovosità. La distruzione della diversità delle piante spazzò via gli erbivori specializzati, come appunto il *Genyornis*, e i loro predatori morirono di fame.

Nei sei anni intercorsi tra i due articoli sul *Genyornis*, dal 1999 al 2005, il gruppo Miller e Magee ha visto montare sempre di più il dibattito politico sulla megafauna, alimentato dall'articolo di Roberts del 2001, che infiamma gli animi ancora oggi.

# Frank, il diprotodonte

Quando, nel 1979, la *jilleroo* Louise Dunn (nata Friis) scoprì i resti di un cranio animale sulle rive del Cox Creek, scavando vicino a Coonabarabran, nella parte settentrionale del Nuovo Galles del Sud, la giovane pensò di aver rinvenuto un reperto storico dell'agricoltura australiana: i resti di un bue risalenti ai tempi in cui le bestie aggolate trascinarono verso le segherie i tronchi d'albero sulle pianure di terra nera<sup>1</sup>.

Tuttavia, mentre la ventunenne rimuoveva delicatamente il tericcio dal cranio con gli strumenti che aveva visto usare in televisione agli archeologi, si accorse che si trattava di un animale completamente diverso. "Aveva i due incisivi inferiori lunghissimi, circa una ventina di centimetri, tondeggianti e... con la punta a scalpello", ricorda. I molari erano grandi come scatole di fiammiferi. "I due incisivi centrali superiori erano lunghi quanto quelli inferiori e larghi quasi quattro centimetri". La Dunn chiese quindi ai geologi del governo, che si trovavano nella zona per alcune ricerche, di esaminare lo scheletro, che intanto aveva battezzato *Frank*. I geologi avanzarono l'ipotesi che quei resti potessero appartenere a un diprotodonte, ma le raccomandarono di mettersi in contatto con degli specialisti per confermare l'identificazione.

La Dunn telefonò ad Alex Ritchie, un affabile scozzese dell'Australian Museum con l'aspetto del tipico paleontologo da film, la cui fama è legata principalmente ad alcune innovative ricerche sui pesci fossili e alla campagna contro il creazionismo. "Per poco non cadde dalla sedia quando gli dissi al telefono cosa probabilmente

<sup>1</sup> Conversazione con Louise Dunn, gennaio 2005. Il termine *jilleroo* designa l'apprendista di sesso femminile negli allevamenti di bestiame dell'outback.



avevamo per le mani”, racconta la Dunn. Alex Ritchie, insieme a Robert Jones, anch’egli paleontologo dell’Australian Museum, non tardò neanche un attimo a recarsi sul posto per riportare alla luce il cranio. Entrambi vi tornarono una seconda volta, accompagnati dall’archeologo Richard Wright della Sidney University e da un contingente di studenti e persone del luogo, per liberare dalle sponde del torrente ciò che rimaneva di Frank. Bisognò rimuovere ben tre metri di strato sterile prima di potersi mettere al lavoro con gli strumenti più delicati per dissotterrare il preziosissimo scheletro; poi tutte le mastodontiche ossa vennero avvolte in carta igienica prima di essere ricoperte con gesso per proteggerle adeguatamente durante il viaggio fino a Sidney. (La carta igienica serve a rendere più facile la rimozione del gesso). Si dovettero affrettare a estrarre i resti fossili, minacciati dalla crescita del livello delle acque, e la Dunn ricorda ancora tutta la frustrazione di dover aspettare che il gesso si asciugasse.

Frank sarebbe diventato uno dei diprotodonti più famosi d’Australia, e in effetti era l’unico a cui fosse stato dato un nome. Il suo scheletro, ricomposto quasi interamente, presentava un particolare del massimo interesse: un foro all’altezza delle costole. Wright non fu in grado di dire con certezza se questa fosse l’elusiva *smoking gun*, la “prova del delitto”, cioè se si trattasse davvero della traccia di una ferita di arma da caccia; quindi non pubblicò tale dettaglio. Ritchie, dal canto suo, è cauto nell’interpretare qualsiasi argomento collegato anche solo lontanamente a un mammifero, e mette le mani avanti dichiarando di conoscere bene solamente i pesci.

Frank, un esemplare della specie *Diprotodon optatum*, figura in innumerevoli fotografie accanto a Ritchie, tutte scattate nel luogo del ritrovamento, più o meno dalla stessa angolazione. Frank, che attualmente è esposto presso il Centro informazioni turistiche di Coonabarabran, sarà anche coinvolto nel progetto di Roberts per la datazione dell’estinzione della megafauna.

Il *Diprotodon* venne descritto da Richard Owen nel 1838 e fu chiamato così per via dei due incisivi centrali particolarmente prominenti. In piedi, sulle sue quattro zampe tozze, il *Diprotodon optatum* era alto un metro e mezzo e lungo tre metri e mezzo; la sua testa massiccia serviva più per sostenere le mascelle poderose che per contenere il cervello, in verità di modeste dimensioni, essendo

grande quanto un pugno. D'altronde, i cervelli consumano un sacco di energia e, in un continente che stava diventando arido, poteva essere più vantaggioso divorare grandi quantità di cibo a basso potere nutrizionale piuttosto che pensare. Oggi ci si chiede se il diprotodonte fosse un brucatore o un pascolatore, ma probabilmente non era uno schizzinoso. Si è anche ipotizzato che fosse un animale acquatico, un'idea meno assurda di quanto potrebbe sembrare, se si pensa allo yapok, un marsupiale anfibio del Sud America capace di sigillare perfettamente il proprio marsupio. Oggi sappiamo che questi animali australiani, non certo dei campioni di velocità, si muovevano pesantemente sulla terraferma ed erano presenti nella maggior parte del continente. Curiosamente, in Tasmania non è stato ritrovato finora alcun resto di diprotodonte.

La loro stazza avrebbe permesso agli adulti, se non ai più giovani, di uscire indenni dagli attacchi del *Thylacoleo*, mentre il varano gigante, *Megalania*, sarebbe stato una minaccia per tutti loro.

Frank era uno degli ultimi della sua specie. Poco dopo la sua morte qualcosa spinse il suo intero clan nell'oblio. Quando Louise Dunn trovò i suoi resti, la tecnica più affidabile per risalire all'epoca in cui visse era ancora il metodo al radiocarbonio, che si scontrava ancora contro la barriera dei 40000 anni. L'età di Frank venne dapprima determinata indirettamente tramite il carbone ritrovato vicino allo scheletro, che lo collocò attorno a 38000 anni fa. Altri resti di diprotodonte sembravano anche più recenti: uno di questi, rinvenuto nelle Liverpool Plains nella parte centrale del Nuovo Galles del Sud, risultò avere un'età di 7000 anni. Gli scienziati ebbero difficoltà a estrarre dalle ossa una quantità sufficiente di collagene da analizzare al radiocarbonio, così i reperti furono datati indirettamente, a partire dal carbone o dalle conchiglie ritrovate nei sedimenti in cui giacevano.

La datazione indiretta, però, è intrinsecamente inaffidabile poiché le ossa possono muoversi, per azione dell'acqua o di cedimenti del terreno, spostandosi da strati più antichi a strati più recenti. Per tale motivo di solito non ci si può fidare della datazione indiretta di ossa isolate.

Nel corso degli anni Novanta Alex Bayne, paleobiologo del Western Australian Museum, passò in rassegna ben 91 datazioni al radiocarbonio della megafauna australiana, provenienti da 42 siti. Sulla base dei criteri fissati dai ricercatori americani David Meltzer

e Jim Mead per stabilire la validità delle datazioni della megafauna americana, egli concluse che la maggior parte delle datazioni australiane, comprese tutte quelle inferiori a 33000 anni, erano inaffidabili, o perché il materiale usato per la datazione era incerto, o perché l'associazione tra le date e i resti della megafauna era dubbia. Considerò sospette anche le datazioni più antiche ottenute con il radiocarbonio, perché troppo vicine al limite del metodo.

Nel frattempo, era in corso l'ambizioso progetto di Richard Roberts di datare l'estinzione di massa mediante la tecnica OSL, che sarebbe stato pubblicato nel 2001. Roberts associò al progetto Rhys Jones e Mike Smith e coinvolse, accanto ai paleontologi, anche altri esperti di datazione. Si trattava di uno dei primi grandi progetti guidati da un esperto di datazione, e avrebbe creato un terremoto nelle ricerche sul passato profondo dell'Australia. Il progetto contemplava l'analisi di 39 campioni di 18 specie di megafauna provenienti da siti distribuiti tra il continente australiano e la Nuova Guinea, rappresentativi di tutte le zone climatiche preistoriche, dall'arido Centro alla frangia temperata costiera in Australia, fino alle foreste pluviali delle montagne della Nuova Guinea. La maggior parte dei resti dell'Australia sud-occidentale proveniva da grotte, mentre quelli delle zone orientali erano frutto di ritrovamenti avvenuti in paludi, lungo fiumi, intorno a bacini lacustri e in dune costiere. Per concentrarsi sull'epoca dell'estinzione, il gruppo di undici scienziati scelse siti che, sulla base dei dati stratigrafici e geomorfologici, avevano buone possibilità di essere i più recenti, restringendo l'ambito della ricerca a 28 siti, la maggior parte dei quali fu campionata in un'unica campagna archeologica.

Gli scienziati utilizzarono un metodo che rendeva più affidabile la datazione indiretta delle ossa: limitarono la loro analisi a scheletri articolati completi o quasi completi. Le ossa dovevano essere state ritrovate in una posizione pressoché anatomicamente corretta all'interno dello strato sedimentario, e almeno alcune di esse dovevano ancora essere unite insieme. Uno scheletro intero non avrebbe potuto muoversi attraverso la sequenza stratigrafica restando intatto, pertanto i grani di sabbia in cui le ossa erano sepolte avrebbero fornito una datazione corretta; ossa spaiate, invece, avrebbero potuto essersi infiltrate in strati più recenti da strati più antichi. Il gruppo espose i dettagli della metodologia adottata sia nella domanda di finanziamento presentata all'Austra-

lian Research Council sia, più tardi, nell'articolo pubblicato su *Science*. Quando questo approccio riduzionista eliminò alcuni siti considerati alla stregua di intoccabili "vacche sacre" della paleontologia, gli oppositori rimproverarono al gruppo di non aver pubblicato stratigrafie dettagliate.

Gli scienziati datarono indirettamente 18 campioni di ossa articolate, raccogliendo campioni di sabbia nei vari siti compresa la sponda del Cox Creek, dove era stato ritrovato il diprotodonte Frank. All'epoca del progetto, Rhys Jones aveva messo su qualche chilo, e più tardi ricordò come avesse dovuto "assottigliarsi" per riuscire a passare attraverso gli stretti cunicoli della Tight Entrance Cave (Grotta dall'ingresso stretto), nel Western Australia, saltando fuori dall'altra parte a mo' di "tappo umano".

Gli scienziati recuperarono inoltre campioni di sabbia da ossa di megafauna conservate nei musei. Un membro del gruppo, Linda Ayliffe dell'Australian National University, confermò molti dei risultati ottenuti con la tecnica OSL servendosi della datazione con la serie dell'uranio degli strati calcarei tra i quali erano intercalati gli strati sedimentari contenenti i resti di megafauna delle grotte di Mammoth Cave, Moondyne Cave e Kudgal Yolgah Cave nel Western Australia. Il gruppo datò inoltre un'impronta di *Genyornis* ritrovata in un lastrone di arenaria a Warrnambool, sulla costa dello Stato di Victoria, e alcuni sedimenti che contenevano frammenti di guscio d'uovo bruciato di *Genyornis* provenienti da Wood Point, nel South Australia.

Frank era passato a miglior vita poco più di 50 000 anni fa, e gli esemplari della megafauna della Mammoth Cave, rinvenuti per la prima volta da Ernest Lundelius negli anni Cinquanta, erano spirati tra 55 000 e 74 000 anni or sono.

Gli scienziati datarono anche la sabbia prelevata in diversi siti con resti non articolati, per verificare se le età più recenti ottenute durante gli ultimi decenni potessero essere addebitate al problema della datazione indiretta. A conferma di tale ipotesi, molte di queste datazioni, risultarono troppo recenti; la più giovane in assoluto risaliva addirittura a 2000 anni fa e proveniva da Tamber Springs, nel Nuovo Galles del Sud. Queste e altre età troppo recenti non figurarono ovviamente nel calcolo statistico dell'epoca dell'estinzione, ma fornirono le basi per uno dei punti principali dello studio. Anche il sito di Cuddie Springs nel Nuovo Galles del Sud,

che, secondo gli archeologi che vi avevano condotto gli scavi, avrebbe contenuto ossa di megafauna e manufatti in strati databili tra 32 000 e 38 000 anni fa, venne escluso dalle analisi statistiche, perché i resti erano disarticolati e le datazioni mediante OSL sui singoli grani di sabbia mostravano che il sito era stato "disturbato".

Nessuno dei resti articolati, invece, risultò avere meno di 46 000 anni. I resti più recenti – risalenti appunto a 46 000 anni fa – appartenevano a un diprotodonte e a dei canguri giganti rinvenuti nella Ned's Gully (gola di Ned) nel Queensland e a un altro canguro gigante della grotta di Kudjal Yolgah. Gli scienziati non erano comunque del tutto sicuri di essere stati talmente fortunati da aver azzeccato i siti più recenti in assoluto. Il sito più antico era la Victoria Fossil Cave, una grotta del South Australia, con età che oscillavano tra 157 000 e 171 000 anni per i sedimenti che racchiudevano scheletri di *Zygomaturus trilobus*, *Thylacoleo* e *Procoptodon*. Questi animali, caduti in una trappola naturale, erano morti molto tempo prima della colonizzazione umana o dell'ultimo massimo glaciale, circa 30 000 anni dopo l'arrivo dell'uomo. Se si fossero inclusi questi e altri dati per determinare l'epoca dell'estinzione, si sarebbero falsati i risultati ottenendo un'età troppo antica, per cui il gruppo esclude dall'analisi finale i siti per i quali le datazioni avevano fornito età superiori a 56 000 anni. Anche questa scelta venne argomentata nell'articolo pubblicato su *Science*.

La risposta conclusiva, basata su un totale di sette siti, fu 46 400 anni. Si trattava di un'età, tutto sommato, vicina a quella ricavata per il *Genyornis* da John Magee e Giff Miller, se si considera l'inevitabile margine di errore di questi studi. La cronologia ottenuta scagionava l'ultima glaciazione dalla responsabilità dell'estinzione. La megafauna, quindi, era scomparsa *improvvisamente*, secondo la scala del tempo geologico, e ciò escludeva dalle possibili cause il progressivo inaridimento del territorio avvenuto gradualmente nel corso di centinaia di migliaia di anni. La massiccia scomparsa dei grandi animali si verificò nell'arco dei 10 000 anni successivi all'arrivo delle popolazioni umane, lasciando supporre un loro ruolo nel fenomeno.

Gli oppositori di questa tesi – guidati dagli archeologi di Cuddie Springs e dai loro sostenitori – misero in discussione alcuni aspetti dello studio, in particolare il numero di siti inclusi nell'analisi statistica, come se la quantità di dati fosse più importante della loro

qualità. In realtà il numero dei siti analizzati da Roberts era sette volte superiore a quello preso in considerazione dallo studio di Cuddie Springs. In una dichiarazione riportata dal periodico *The Weekend Australian*, l'archeologa di Cuddie Springs Judith Field affermò che il criterio delle ossa articolate avrebbe "escluso dall'analisi tutti i siti archeologici australiani. Tagliano fuori i siti che non quadrano con le loro tesi". (Più tardi, rispondendo a una domanda durante la conferenza *Legacy of an Ice Age*, dovette ammettere però che l'unico sito a essere stato penalizzato era quello di Cuddie Springs). La stessa Field, il paleontologo Stephen Wroe e l'archeologo Richard Fullagar promossero poi la discussione su altri media, e Wroe attaccò Flannery nel dibattito pubblico tenutosi al National Museum of Australia.

L'affermazione contenuta nell'articolo di *Science* – secondo la quale "la datazione ottica di singoli grani provenienti dai depositi di Cuddie Springs indica che si è verificato un disturbo dei sedimenti" – fece infuriare alcuni dei protagonisti. "Ve lo dico io che cosa è disturbato...", fu il commento di Fullagar, riportato da *The Weekend Australian*. "È il genere di persone capace di pubblicare un'interpretazione come questa senza aver neanche interpellato gli archeologi più esperti che hanno lavorato e continuano a lavorare nel sito". Roberts rispose osservando che era stato proprio lui a smontare la teoria di Fullagar riguardo alle datazioni antiche del sito rupestre di Jimnium nel Northern Territory, aggiungendo che i detrattori erano "come un partito dell'opposizione parlamentare" che "si sente obbligato a contraddirci".

Come per la ricerca sul *Genyornis*, le incertezze insite nella datazione degli eventi del passato più remoto misero Roberts e colleghi nell'impossibilità di affermare con sicurezza se l'estinzione fosse avvenuta in centinaia o in migliaia di anni. I dati, quindi, non permettevano di indicare se si fosse trattato di una rapida guerra lampo o di un'estinzione a fuoco lento. Questo atteggiamento prudente, comunque, non procurò loro nessuna simpatia da parte degli oppositori. Gli scienziati furono attaccati in ogni caso per non aver escluso, o perlomeno attenuato, l'ipotesi della guerra lampo, e un critico alluse in privato a motivazioni politiche.

Il modo in cui i dati statistici si distribuiscono intorno a un valore medio – il centro della famosa "curva a campana", in questo caso 46400 anni – è misurato dalla *deviazione standard*. Una deviazione

standard significa che il valore effettivo ha una probabilità del 68% di rientrare entro un determinato intervallo intorno alla media. L'intervallo più ampio, compreso entro due deviazioni standard dalla media, ha una probabilità del 95% di contenere il valore effettivo. Non è un concetto che si possa illustrare in poche righe. Lo introduciamo qui per spiegare che, assumendo una deviazione standard, il momento dell'estinzione è compreso tra 43600 e 48900 anni fa; assumendo due deviazioni standard, esso oscilla invece tra 39800 e 51200 anni fa, avvicinandosi alla data della colonizzazione umana e consentendo di ammettere la possibilità di una guerra lampo.

Il gruppo di ricerca guidato da Roberts doveva adesso fare i conti con una divisione interna. Alcuni dei suoi membri, compresi Jones, Roberts e Smith, prediligevano l'ipotesi della distruzione ambientale provocata dall'uomo, forse associata ai cicli climatici di El Niño, come meccanismo principale dell'estinzione. Flannery continuava a difendere l'ipotesi della guerra lampo, il rapido massacro della megafauna a opera degli uomini, obiettando che le età più antiche ipotizzate per la colonizzazione umana, che estendevano la durata della convivenza con gli animali, avrebbero potuto essere sovrastimate.

Gli studi di Roberts e quelli sul *Genyornis* trovarono nuova conferma nel 2007. In quell'anno, un gruppo di paleontologi ed esperti di datazione, guidati da Gavin Prideaux della Flinders University e del Western Australian Museum, studiò l'archivio fossile della Cathedral Cave, che faceva parte del sistema di grotte di Naracoorte nel South Australia, allo scopo di completare i dati relativi al tasso naturale di estinzione dei grandi animali. Le ricerche di Miller e Magee e di Roberts non erano, infatti, conclusive, in assenza di dati in grado di documentare su ampia scala il tasso di estinzione naturale della megafauna prima dell'arrivo degli esseri umani. Il gruppo di Prideaux riuscì a colmare questa lacuna: gli scienziati scoprirono che, in barba alle ere glaciali, la megafauna aveva resistito per mezzo milione di anni prima dell'arrivo degli umani. La ricerca, pubblicata sulla prestigiosa rivista americana *Geology*, accantonò quindi l'ipotesi che il clima fosse stata la causa primaria dell'estinzione di massa.

Il gruppo Prideaux aveva esaminato le ossa che si erano depositate nei sedimenti di una camera della Cathedral Cave per mezzo

milione di anni, un periodo che copriva almeno quattro ere glaciali. Il meccanismo di sedimentazione non era cambiato in quell'arco temporale, quindi non vi era nessuna distorsione nel campionamento. Le creature – di specie sia estinte sia ancora viventi – erano cadute in queste cavità trovandovi la morte, oppure le loro ossa erano state rigurgitate dai gufi che frequentavano la caverna. I paleontologi del gruppo contarono sessantadue specie non volatili e stimarono le dimensioni delle loro popolazioni. Tra gli esponenti della megafauna dominavano senz'altro i grandi canguri, anche se furono ritrovate anche altre specie animali, come *Zygomaturus* e *Palorchestes*, oltre a varie specie di vombati e di *quoll*<sup>2</sup> che sopravvivono ancora oggi. Tra gli animali al di sotto dei cinque chili, predominavano i piccoli roditori. Roberts e colleghi – che facevano parte del gruppo di ricerca Prideaux – utilizzarono la tecnica OSL per datare la sabbia in cui i resti erano sepolti.

Gli scienziati misero a confronto i loro dati con gli andamenti climatici degli ultimi 500 000 anni, ricavati dalle stalattiti e dalle stalagmiti di Naracoorte in una precedente ricerca condotta da Linda Ayliffe, dell'Australian National University. Poiché stalattiti e stalagmiti si formano sulla volta e sul pavimento della grotta, esse fungono da pluviometri per il passato profondo. La Ayliffe si era infatti avvalsa di queste deposizioni per ottenere preziose indicazioni sulle precipitazioni e sul tasso di evaporazione, in archi temporali comprendenti diverse ere glaciali. Pochi luoghi al mondo possiedono *record* di questo genere con una simile estensione e continuità temporale. Sebbene le popolazioni dei grandi animali siano diminuite numericamente durante i periodi più secchi, esse poi si ripresero, e la maggior parte delle specie resistette a ripetuti shock climatici globali. I grandi animali diminuirono numericamente durante un periodo secco tra 270 000 e 220 000 anni fa, quando presumibilmente abbandonarono la regione, dove poi però fecero ritorno, sopravvivendo bene fino al tardo Pleistocene.

Questi risultati collimavano con quelli di un'altra ricerca, guidata da Donald Pate della Flinders University, sulla megafauna rinvenuta nella Wet Cave, una delle grotte di Naracoorte. Utilizzando il metodo al radiocarbonio per datare il carbone associato ai fossili, il gruppo di Pate, scoprì che due specie di canguro gigante erano

<sup>2</sup> Piccolo carnivoro marsupiale delle dimensioni di un gatto.

sparite dalla regione almeno 45 000 anni fa, contemporaneamente al predatore *Thylacoleo carnifex* e al *Zygomaturus trilobus*, un marsupiale dall'aspetto simile a quello di un ippopotamo.

Nonostante le prove contro l'ipotesi climatica per l'estinzione della megafauna si facessero sempre più consistenti, vi erano ancora alcuni siti archeologici che offrivano argomenti ai ricercatori che negavano una responsabilità umana. Tra questi vi erano il sito di Lancefield Swamp, nello Stato di Victoria, il riparo sotto roccia di Nombe, negli altipiani della Papua Nuova Guinea, e il sito di Cuddie Springs, il più controverso.

\*\*\*

*Genyornis*, *Diprotodon* e *Sthenurus*, tutti estinti, sono i personaggi principali della tragedia di Cuddie Springs, che ha come teatro un sito archeologico all'interno di una zona semiarida della parte occidentale del Nuovo Galles del Sud. Ma anche un'altra specie di megafauna, non nativa e non estinta, ha un ruolo, seppure minore, in questi dibattiti ecologici, e fa più la parte della guastafeste che quella della vittima: si tratta di *Bos taurus*, la mucca.

Intorno al 1870, scavando un pozzo per abbeverare il bestiame a Cuddie Springs, alcuni allevatori locali rinvennero alcune ossa di megafauna. Nei primi anni Trenta nel sito furono condotti scavi promossi dall'Australian Museum; a partire dal 1991, le ricerche sono state condotte da Judith Field, dell'Università di Sidney, e dai suoi colleghi, tra i quali Richard Fullagar. La Field basò la sua tesi di dottorato proprio sullo studio di questo sito, uno dei pochi in Australia a contenere simultaneamente, negli stessi livelli, ossa di megafauna e utensili di pietra. Il gruppo di Cuddie Springs afferma che alcune ossa presentano "alterazioni compatibili con processi di macellazione e combustione", aggiungendo inoltre che le prove desumibili dal sito "respingono" i risultati di Roberts, "confutano" l'ipotesi della guerra lampo e supportano, invece, il modello climatico come spiegazione dell'estinzione di massa.

L'unità stratigrafica più importante – l'unità 6, che contiene i manufatti e le ossa di megafauna – si trova tra 1 e 1,7 metri sotto la superficie di uno strato d'argilla, al centro di quello che il gruppo di ricerca descrive come un lago effimero di 2 chilometri di diametro. Il gruppo afferma inoltre che l'unità 6 è sigillata nella parte supe-

riore da un antico "pavimento", una superficie di forma circolare, del diametro di 100 metri e profonda 5 centimetri, definita *residuo di deflazione*<sup>3</sup>, che pure contiene ossa di megafauna e una grande quantità di manufatti di pietra. Le ossa dei bovini sono mescolate a quelle della megafauna estinta solo nei sedimenti situati al di sopra del residuo di deflazione, ma non in quelli del residuo stesso, né in quelli immediatamente sottostanti; inoltre l'unità è chiusa nella parte inferiore da un altro analogo "pavimento".

I tentativi di datare direttamente le ossa di megafauna con il radiocarbonio o con la racemizzazione degli amminoacidi fallirono, ma il gruppo ottenne datazioni al radiocarbonio grazie al carbone proveniente dai sedimenti che contenevano le ossa. L'età stimata per lo strato sigillato, l'unità 6, oscillava tra 32000 e 38000 anni, dunque più recente rispetto alle datazioni di Roberts e di Miller e Magee per l'estinzione di massa e ancora più recente delle stime più prudenziali della colonizzazione umana in Australia. Il gruppo di Cuddie prospetta due possibilità per i resti rinvenuti: appartengono ad animali rimasti intrappolati nel fango e morti naturalmente, oppure catturati e macellati dagli uomini. Quest'ultimo scenario, che giustificherebbe la mancanza nel sito di resti articolati, è quello che ha suscitato maggiori polemiche.

Il gruppo afferma, inoltre, che le pietre da macina ritrovate nel sito – effettivamente simili a strumenti per macinare rinvenuti in altri siti risalenti al tardo Olocene e datate indirettamente a più di 30000 anni – costituiscono "la prova diretta più antica dell'esistenza di strumenti per il trattamento di materiali vegetali in Australia", aggiungendo che le tracce di sangue e peli ritrovate sugli utensili di pietra forniscono una prova a sostegno dell'ipotesi della macellazione. In precedenza il gruppo aveva affermato che il defunto Tom Loy, lo scienziato australiano citato in *Jurassic Park*, aveva ricavato DNA di diprotodonte da alcuni utensili di pietra, sebbene il suo lavoro non fosse mai stato pubblicato ufficialmente.

Alcuni scienziati, tra cui molti esperti di datazione, avanzano però delle obiezioni, affermando che il sito è "disturbato". I risulta-

<sup>3</sup> Il *residuo di deflazione* si forma per azione del vento, che rimuove dalla superficie il materiale più fine, lasciando quello più pesante e grossolano. Una volta che tale "pavimento" si è consolidato, con un processo che può richiedere molti secoli, la superficie risulta efficacemente protetta contro un'ulteriore erosione.

ti di Roberts del 2001, che fecero infuriare gli archeologi di Cuddie, si basavano sulla datazione di singoli grani di sabbia prelevati dall'unità 6 e dal pavimento di deflazione. I singoli grani prelevati dallo stesso livello avrebbero dovuto dimostrare la medesima età, ma non era così. Il gruppo di Roberts interpretò questo fenomeno, e le datazioni più recenti che erano state ottenute sui resti disarticolati, come una prova del fatto che le ossa, in seguito a erosione, erano emerse da altre unità stratigrafiche ed erano state ridepositate in sedimenti più recenti.

Nel 2006 uno degli autori (Richard Gillespie) e Barry Brook, dell'Università di Adelaide, alimentarono il fuoco della polemica con la pubblicazione di un'analisi esaustiva delle date di Cuddie, avanzando l'ipotesi che il sito fosse appunto disturbato. Gillespie esaminò le ossa e i sedimenti provenienti dal sito, mentre Brook si cimentava nell'analisi statistica delle sedici datazioni al radiocarbonio pubblicate (delle quali una proveniva dal pavimento superiore e tutte le altre dalla cruciale unità 6), proprio per verificare l'affermazione avanzata dal gruppo di Cuddie, che sosteneva che l'unità 6 costituiva una sequenza stratigrafica intatta. Se fosse stato davvero così, le datazioni avrebbero dovuto fornire risultati più antichi man mano che si esaminavano i livelli più profondi, ma Gillespie e Brook scoprirono che, tenuto conto del margine di incertezza nelle datazioni, il carbone presentava un'età pressoché costante, di circa 36000 anni. Notarono che il sito conteneva stranamente un'elevata concentrazione di carbone: venne stimata una quantità di 3,5 tonnellate di carbone nel pavimento di deflazione e una quantità forse ancora maggiore nei sedimenti superiori dell'unità 6. Si trattava, osservarono, di quantità eccessive per un sito frequentato solo in modo intermittente, quando il lago era asciutto; era più probabile che il carbone, prodotto da incendi della vegetazione, fosse stato trasportato in quel deposito da acque alluvionali. E poi, aggiunsero, gli scavi non avevano fatto emergere né focolari, né forni.

Gillespie e Brook si trovarono d'accordo col gruppo di Field almeno su una dichiarazione, quella che sosteneva che i manufatti erano simili agli assemblaggi litici dell'Olocene rinvenuti presso molti altri siti archeologici; secondo loro, infatti, gli strumenti erano proprio di quel periodo e ciò spiegava anche la presenza delle tracce di sangue e peli ritrovati su alcuni utensili. I tentativi di Gillespie

di estrarre il collagene da dieci campioni di ossa, scelte appositamente dalla Field, fecero emergere la proteina solamente in uno dei campioni: un osso bovino moderno. Gillespie e Brook affermarono inoltre che, se il collagene non si era conservato nelle ossa, era ancora più improbabile che si fosse conservato nei peli in un sito aperto ed esposto periodicamente alle precipitazioni.

I due non fecero altro che ripetere quello che già aveva osservato l'archeologo Bruno David nel 2001, tra mille polemiche. David aveva infatti affermato che il pavimento superiore di Cuddie Springs avrebbe potuto essere stato realizzato alla fine del XIX secolo, se non addirittura all'inizio del XX, per "creare un terreno stabile per il passaggio del bestiame". Gillespie e Brook si misero inoltre a sviluppare congetture secondo cui i primi allevatori avrebbero visto gli utensili di pietra come "ghiaia di dimensioni adatte" che trasportarono su carri trainati da cavalli o buoi. In ogni caso, il sito si trovava probabilmente nel bel mezzo di un paleovalle, il letto di un fiume pleistocenico, che aveva trasportato le ossa e il carbone verso la regione. A sostegno della loro interpretazione portarono la carota lunga 54 metri estratta dal Servizio geologico del Nuovo Galles del Sud, da una perforazione eseguita proprio a 60 metri di distanza dallo scavo della Field, che non aveva rivelato nessuna traccia né di manufatti né di ossa. Inoltre, aggiunsero, la concentrazione di sabbia a grani grossi e ghiaia nel livello inferiore del sito, suggeriva una sedimentazione provocata dall'acqua piuttosto che dal vento.

Come era accaduto che i manufatti si ritrovassero mescolati alle ossa? Una spiegazione poteva essere rappresentata dal passaggio del bestiame; altre potevano chiamare in causa gli scavi di pozzi, oppure quelli realizzati dal museo. Nel 2005 il gruppo di Cuddie pubblicò nella rivista statunitense *Proceedings of the National Academy of Sciences* una ricerca che confrontava le tracce di elementi del gruppo dei lantanidi (o "terre rare") contenute nelle ossa degli stessi livelli stratigrafici. I ricercatori affermarono che i lantanidi vennero assorbiti "rapidamente dalle acque interstiziali" sui cristalli superficiali delle ossa per rimanere poi intrappolati nel reticolo del cristallo. Un mescolamento successivo alla deposizione avrebbe quindi evidenziato tracce di lantanidi diverse nelle ossa, ma l'analisi di questi elementi – lantanio, samario, itterbio e cerio – nelle ossa dell'unità 6 suggerivano che i resti erano rimasti *in situ*.

Gillespie e Brook obiettarono che i risultati non escludevano l'ipotesi che le ossa potessero originariamente trovarsi al di fuori dello strato di argilla, poiché lo studio metteva a confronto le ossa tra di loro, senza confrontarle con l'ambiente circostante.

Il dibattito riproponeva vecchie argomentazioni, sostenute anche in relazione ad altri siti, per dimostrare una lunga convivenza tra le popolazioni umane e una megafauna longeva. Gillespie e Brook portarono avanti la loro offensiva con un comunicato stampa che spiegava la loro reinterpretazione dei fatti. La Field parò il colpo osservando che Gillespie e Brook non erano degli archeologi, e poi non erano mai stati a Cuddie Springs. Il *Canberra Times* riportò una dichiarazione dell'archeologa: "Prima di tutto, suggerire che si possano utilizzare le analisi statistiche delle datazioni per dimostrare che il sito è disturbato è assurdo; inoltre suggerire che i sedimenti siano disturbati sulla base di uno studio di datazione è completamente fuori dal mondo".

Fullagar ammise al quotidiano *The Australian* che erano in corso "alcune interessanti discussioni sulla statistica delle datazioni al radiocarbonio". Ma aggiunse: "la spiegazione da loro avanzata è fondamentalmente distorta e sbagliata [...]. Ci troviamo davanti a sedimenti sopra i quali si sono accampate le genti aborigene per moltissimo tempo, per cui è logico che i manufatti siano un po' consunti e mossi leggermente dalle loro posizioni"

Altre ossa di megafauna che hanno acceso decenni di controversie scientifiche sono quelle di Lancefield Swamp, scoperte da uno scavatore di pozzi nel 1843, alla periferia dell'omonima cittadina 70 chilometri a nord di Melbourne. Per oltre un secolo l'alto livello della falda freatica non ha permesso ulteriori accertamenti. Solamente negli anni Settanta, grazie all'uso di pompe, l'archeologo David Horton, insieme al suo gruppo, iniziò scavi su ampia scala. Gillespie, che allora lavorava all'Università di Sydney, si occupò della datazione al radiocarbonio, ottenendo età che andavano da 3000 a 24000 anni per le ossa dei grandi animali, anche se ha sempre dubitato della validità di quei risultati. "Feci quello che facevano tutti negli anni Settanta, ovvero si datava tutto ciò che non si dissolveva nell'acido" disse, e aggiunse che Polach aveva usato procedure simili quando aveva datato la Donna di Mungo. Allora, gli scienziati stavano appena iniziando ad apprezzare le sottigliezze del metodo. Oggi Gillespie afferma che all'epoca, proba-

bilmente, non aveva datato nient'altro che l'acido umico che le ossa avevano assorbito dal terreno di sepoltura. Il carbone proveniente dal canale di piena sotto il letto delle ossa fornì un'età al radiocarbonio di 30000 anni, ma Gillespie ha da lungo tempo ritirato anche quei risultati, perché le ossa non erano direttamente associate né al carbone né ai pochi manufatti ritrovati.

Nel 1998, un gruppo guidato da Sanja van Huet della Monash University pubblicò alcuni dati che supportavano l'ipotesi secondo cui i resti della megafauna di Lancefield erano più antichi di quanto stabilito in analisi precedenti. Gli scienziati datarono intorno a 50000 anni, mediante la tecnica ESR, il dente di un diprotodonte rinvenuto all'interno di uno dei tre depositi di grandi animali presenti nel sito. Le date al radiocarbonio ottenute dall'apatite dei denti collocarono il diprotodonte intorno ai 30000 anni, ma gli autori sottolinearono che "le date ottenute sull'apatite rappresentano sempre un'età minima". Le datazioni ottenute tramite racemizzazione degli amminoacidi su un dente fornirono un'età compresa tra 30000 e 55000 anni.

Il sito continuò ugualmente a essere indicato come la prova della lunga convivenza tra esseri umani e megafauna. Horton continuò a citare le datazioni iniziali anche nel nuovo millennio. "In sostanza, i grandi animali sono stati datati a meno di 30000 anni nel sito di Lancefield, dove sono inoltre emerse prove di cambiamenti ambientali e alcune circostanze che suggeriscono un meccanismo [per l'estinzione]", scrisse nel suo libro, *The Pure State of Nature: Sacred cows, destructive myths and environment* (Il puro stato di natura: vacche sacre, miti distruttivi e ambiente), pubblicato in Australia nel 2000. "Tutti gli sforzi tesi a screditare la datazione di questo sito sono miseramente falliti, e ho sentito che la sua età è stata recentemente confermata". Durante il convegno del 2001 al National Museum of Australia e anche in seguito, alcuni ricercatori sostenevano ancora la validità delle vecchie datazioni di Lancefield, ma i risultati preliminari delle datazioni mediante OSL, presentati in occasione del "Quaternary Extinction Symposium" nel 2005, attribuirono a tutta la megafauna un'età superiore ai 40000 anni.

Un altro sito che si diceva fosse in grado di contestare la responsabilità umana nelle estinzioni è il riparo sotto roccia di Seton, sulla Kangaroo Island, al largo del South Australia. Fu scava-

to da Jeanette Hope, che lo descrive come una tana di diavoli della Tasmania, occasionalmente utilizzata da esseri umani. Ma molti ricercatori sostengono che i resti di megafauna rinvenuti in questo sito – tre frammenti dentari del canguro gigante *Sthenurus*, di cui uno ritrovato in un livello datato a 19000 anni fa e due nei livelli immediatamente superiore e inferiore – non siano sufficienti per giustificare l'avvio di ricerche più estese. Nemmeno il riparo sotto roccia di Nombe in Papua Nuova Guinea, anch'esso fatto risalire a circa 19000 anni fa, contiene resti articolati.

Gillespie, Barry Brook e Alex Baynes hanno analizzato le datazioni ufficialmente pubblicate per la megafauna e i siti archeologici in uno studio che si proponeva di risolvere un annoso problema, sintetizzabile nel detto "ciò che semini, raccogli", ovvero: se si prendono in considerazione dati sbagliati, i risultati non saranno meno sbagliati. Volevano inquadrare il periodo di *sovrapposizione* tra la presenza umana e quella della megafauna nel tentativo di discriminare tra le cause umane e quelle climatiche, attraverso l'attenta analisi delle datazioni effettuate in decenni di ricerca e registrate nei diversi database ancora correntemente utilizzati. Depennarono molte datazioni perché fondate su procedimenti chimici e su metodi al radiocarbonio che nel frattempo erano stati superati; altre furono eliminate perché, secondo le precedenti ricerche di Baynes, non rispettavano i criteri fissati dal paleoecologo Jim Mead e da David Meltzer, peraltro uno dei principali sostenitori del modello climatico dell'estinzione. Questi criteri avevano fornito una graduatoria delle età al radiocarbonio desunte dai siti della megafauna americana secondo la tipologia di campione analizzato (con il carbone in posizione di assoluta preminenza) e il grado di associazione tra campione e animale estinto (erano preferite le datazioni ottenute direttamente sulle ossa o sullo sterco). Basando il loro studio sui criteri più stringenti desunti da ricerche recenti, Gillespie, Brook e Baynes eliminarono dai database della megafauna australiana oltre cento datazioni al radiocarbonio; il gruppo prese in considerazione solamente i risultati ottenuti mediante la tecnica OSL e la serie dell'uranio. Combinando queste date con i *record* archeologici basati sulle più affidabili datazioni al radiocarbonio ottenute dal carbone, calcolarono una convivenza tra esseri umani e megafauna di 3900 anni: un tempo così ridotto da suggerire un preciso ruolo umano e, date le incertezze insite nella data-

zione, perfettamente compatibile con una guerra lampo. I cambiamenti climatici vennero esclusi.

Nel 2007, una "squadra speciale" internazionale di quattordici scienziati – tra i quali Flannery e Martin e vari *big* della geologia, della modellizzazione, dell'ecologia e delle datazioni – si pose una domanda ormai ineludibile: "La megafauna australiana si sarebbe davvero estinta se gli esseri umani non avessero mai colonizzato il continente?"

La domanda faceva direttamente riferimento a una critica di Wroe e Field sui dati australiani riguardanti il clima e l'estinzione, e i due, dal canto loro, si stavano scaldando per far fronte alla rissa e riuscirono in qualche modo a far pubblicare la loro risposta sul sito del *Quaternary Science Reviews* prima che l'articolo della "squadra speciale" venisse pubblicato sulla rivista. Concludevano con queste parole: " [...] siamo sicuri che, nonostante vi siano stati veementi tentativi di bloccare definitivamente il dibattito, i ruoli rispettivi del cambiamento climatico e degli esseri umani saranno oggetto, ancora per molto tempo, di animate discussioni".

La "squadra speciale" basò le sue conclusioni sui lavori scientifici già pubblicati sulle riviste più prestigiose, sottoposte ai controlli incrociati dei *referee*. Gli autori affermavano: "In tutto il mondo, le massicce estinzioni del tardo Pleistocene (Australia), della fine del Pleistocene (America), del primo e medio Olocene (Indie occidentali e isole del Mediterraneo) e del tardo Olocene (Madagascar, Nuova Zelanda e isole del Pacifico) coincidono sempre con la colonizzazione umana. Alcuni studi recenti hanno dimostrato chiaramente, seppure paradossalmente, che non occorre possedere un armamentario specializzato per la caccia grossa, né erano necessarie, né tantomeno attese, uccisioni di massa secondo il modello della guerra lampo". Il gruppo suggerì inoltre le linee di ricerca che avrebbero potuto ampliare le conoscenze scientifiche sul tema.

Molti scienziati stavano già portando avanti nuovi studi. Ricerche condotte su gusci d'uovo, ossa e carbone avevano inequivocabilmente inserito gli esseri umani nello schema esplicativo dell'estinzione della megafauna australiana, con il possibile concorso di fenomeni di siccità locale dovuti a El Niño, che forse avevano amplificato l'impatto dell'uomo. Facendo propri i commenti del geologo Vance Haynes dell'Università dell'Arizona nell'ambito del

dibattito americano, la "squadra speciale" suggeriva: "Si dovrebbero usare ipotesi veramente 'falsificabili', per far progredire la comprensione dei fenomeni e ridurre le incertezze, stimolando nel contempo il dibattito e incoraggiando lo sviluppo di idee nuove e di strumenti innovativi". Il gruppo concludeva: "Riassumendo, la domanda che ci si deve porre non è più se, ma piuttosto come gli esseri umani abbiano indotto questa estinzione preistorica".

Per invalidare l'ipotesi della guerra lampo, venne messo a punto un grosso progetto di datazione mediante ESR, condotto da Rainer Grün, dal paleontologo Rod Wells della Flinders University e da altri colleghi, che però non ebbe l'esito atteso. Il gruppo selezionò siti con età più recenti rispetto al periodo compreso tra 51 000 e 41 000 anni fa, corrispondente alla finestra temporale dell'estinzione calcolata dal gruppo di Roberts. Flannery offrì in premio una pregiata bottiglia di vino rosso se fossero riusciti a farcela. Gli scienziati datarono direttamente i denti dei marsupiali scomodando una nuova tecnica messa a punto dall'Australian National University, definita prosaicamente *spettrometria di massa con sorgente a plasma induttivo con campionatore ad ablazione laser* (il gruppo si sta ancora scervellando per ricavare un acronimo dell'acronimo, MC-LA-ICPMS). Il metodo è utile per calcolare un parametro critico: l'intensità della dose dovuta alla radioattività intrinseca del campione, che dipende dalla concentrazione di isotopi radioattivi naturali, in particolare dell'uranio, che alimentano il segnale ESR.

Il campione viene irradiato con un laser a luce pulsata, che scava buchi delle dimensioni di pochi decimi di millimetro. Il laser opera nella banda ultravioletta e danneggerebbe gli occhi di chi si arrischiasse a guardarlo. Esso scatena delle mini-esplosioni, atomizzando il materiale e lasciando minuscoli, invisibili crateri mentre si muove lungo il campione secondo movimenti microscopici. Il materiale espulso dal campione è poi incanalato in una fiamma al plasma che lo riscalda a 7000 °C, ionizzandolo prima che venga inviato allo spettrometro di massa, che determina con precisione la concentrazione isotopica. I dati ottenuti sono introdotti nei calcoli di dosimetria interna per la datazione mediante ESR e forniscono anche le datazioni con la serie dell'uranio.

I denti provenivano da sei siti contenenti resti di megafauna distribuiti lungo una direttrice nord-sud, dallo Hookina Creek nel centro del South Australia, attraverso i rilievi delle Flinders Ranges,

fino alla Kangaroo Island. I siti erano stati scelti per comprendere i diversi possibili valori delle precipitazioni e di altri indicatori climatici. Il gruppo annunciò sull'*Australian Journal of Earth Sciences* che i campioni di megafauna avevano tutti età superiori ai 40 000 anni.

Ma a sostegno dello scenario della guerra lampo sarebbero giunte altre prove, fornite da una fonte insospettabile: la megafauna virtuale.

# Animali virtuali

Passa un vombato di due tonnellate, ma invece di questo diprotodonte adulto, è un individuo più giovane ad attirare l'attenzione di un clan affamato e stufo di rincorrere i bilby.

Il giovane diprotodonte è facile da catturare, anche senza armi da caccia grossa. Sono passati 500 anni da quando il primo gruppo fondatore, composto da 50, al massimo 100 individui, è approdato in Australia, ma la densità della popolazione è ancora bassa, una persona per dieci chilometri quadrati. La megafauna che gli uomini hanno opportunisticamente cacciato è diminuita, ma sapere quanti di questi grandi animali erano effettivamente in circolazione nei bei tempi andati è qualcosa che è andato perduto nella memoria collettiva. Ogni anno vengono cacciati solo uno o due giovani diprotodonti per ogni grande gruppo familiare, eppure questi grandi marsupiali sono destinati a sparire presto. Questo paleomondo virtuale è stato ricostruito al computer dagli ecologi Barry Brook e David Bowman, della University of Tasmania, e Chris Johnson, della James Cook University, nell'ambito di due studi diretti a testare l'ipotesi della guerra lampo.

Basandosi, per la fauna estinta, su stime ottenute da resti fossili, gli scienziati hanno costruito un database delle masse corporee di 198 specie estinte e di 433 ancora esistenti di peso superiore a 5 chili di Australia, Africa, Eurasia, Nord America, Sud America e Madagascar. Hanno inoltre sviluppato un modello di popolazione – una serie di equazioni matematiche che riproducono le dinamiche delle popolazioni – per indagare i possibili scenari in grado di spiegare il meccanismo dell'estinzione. Variando i valori di cinque parametri – densità della popolazione umana, densità della popolazione preda, tasso di sostituzione, tasso di abbattimento e inge-

nuità della megafauna – sono stati generati 150 scenari diversi. Oltre ai cinque parametri di base, ne potevano essere specificati anche altri: l'abbattimento selettivo degli animali più giovani, per esempio, poteva riflettersi sul valore assegnato al tasso di sostituzione delle prede; la distruzione dell'habitat, indotta dal clima o dagli uomini, poteva invece influenzare le densità delle popolazioni preda.

Per ricostruire la demografia del Pleistocene, gli scienziati raccolsero informazioni archeologiche ed etnografiche sui cacciatori-raccoglitori e integrarono i dati sulla megafauna estinta basandosi sulle conoscenze relative alle specie viventi più simili a quei grandi animali. Considerarono quindi il diprotodonte come la versione macroscopica del suo parente più prossimo ancora esistente, il comune vombato australiano, assumendo una vita media di 30-40 anni e ipotizzando che le femmine raggiungessero la maturità sessuale a 6-8 anni, riproducendosi una volta ogni 3 anni. Per calcolare il tasso di estinzione, utilizzarono gli scenari che meglio si adattavano alla relazione nota tra massa corporea e rischio di estinzione.

Il risultato? Diversi scenari, compresi quelli che comportavano una diminuzione del tasso di sostituzione delle prede a causa dell'abbattimento selettivo degli animali più giovani, collimavano con la relazione tra estinzione e massa corporea. Tuttavia anche altri scenari funzionavano, cosicché gli scienziati si trovarono nell'impossibilità di indicare l'esatto meccanismo delle estinzioni. Ciò nonostante, tutte le simulazioni che si adattavano bene a questa relazione concordavano su un punto, prevedevano cioè l'estinzione della megafauna entro 800 anni dalla colonizzazione umana dei continenti, e addirittura prima per le isole: dunque, una guerra lampo. Gli scenari che non includevano la caccia non davano luogo a estinzioni della megafauna, suggerendo che né i fattori climatici né gli incendi antropogenici avrebbero potuto, da soli, scatenare la catastrofe.

La velocità delle estinzioni sbalordì gli scienziati, compreso Bowman, in precedenza dubbioso riguardo alla possibilità di un ruolo umano nell'estinzione di massa. Il modello mostrava inoltre come anche abbattimenti di modesta entità potessero avere drastiche conseguenze. Ma, coerentemente con i precedenti modelli, il tasso di estinzione era talmente basso da risultare impercettibile alle popolazioni coinvolte. Brook paragona questi risultati al

brusco declino dell'albatro urlatore registrato nella seconda metà del XX secolo, un fenomeno che colse tutti di sorpresa. Un modello matematico realizzato da Geoffrey Tuck, dello CSIRO, l'ente australiano per la ricerca, e dai suoi colleghi, mostrò fino a che punto quella specie potesse essere vulnerabile. Secondo le sue previsioni, sarebbe stata sufficiente la perdita di appena 40 femmine adulte all'anno – probabilmente rimaste impigliate nelle lenze di superficie, lunghe decine di chilometri e munite di migliaia di ami, usate per la pesca dei tonni nell'Oceano Meridionale – per minacciare la sopravvivenza della colonia delle Crozet Island, nell'Oceano Indiano.

Negli anni Settanta gli ecologi avevano sviluppato i modelli di popolazione come strumenti per la gestione della fauna selvatica. Ben presto questi modelli furono applicati anche agli studi preistorici: nel 1975 Paul Martin e il collega James Mosimann pubblicarono i risultati di una simulazione che illustrava la rapida colonizzazione delle Americhe e l'estinzione della megafauna. La modellizzazione finora più esaustiva, realizzata da John Alroy dell'Università della California, destò non poco clamore quando fu pubblicata su *Science* nel 2001, insieme allo studio australiano condotto da Richard Roberts e colleghi. Secondo una rassegna della letteratura di Anthony Barnosky, dell'Università della California, e colleghi, il modello di Alroy prevedeva correttamente la sorte di 34 specie su 41 della megafauna erbivora nordamericana; alcune erano spazzate via dall'estinzione di massa, mentre altre riuscivano a sopravvivere. Il tempo medio dell'estinzione era di 895 anni. Come afferma Alroy, le simulazioni dimostravano che il modello dello sterminio dei grandi animali era non solo plausibile, ma inevitabile. "Il modello che ipotizza lo sterminio della megafauna è dunque come un paradigma dello sfruttamento delle risorse, fornendo inoltre un meccanismo chiaro per spiegare la catastrofe ecologica, che fu istantanea dal punto di vista geologico, ma troppo graduale per essere percepita da coloro che la scatenarono".

Ulteriori simulazioni, create appositamente per verificare l'ipotesi della guerra lampo, fecero emergere risultati misti, che dipendevano dai parametri inseriti e da come venivano fatti interagire i modelli delle popolazioni umane e delle prede, con effetti di retroazione differenti a seconda dell'aumento o della diminuzione del loro numero, afferma il gruppo di Barnosky. Ma fino a che

punto sono vicini alla realtà questi antichi mondi ricreati nei chip di silicio? I modelli sono tuttora in via di perfezionamento, e molti sono stati convalidati con test condotti su dati storici. L'ostacolo maggiore risiede nell'affidabilità dei dati inseriti, che per il momento sono ancora abbastanza ipotetici, ma che si consolideranno nel prossimo futuro. Indizi sui tassi riproduttivi della megafauna potrebbero arrivare, per esempio, dagli anelli di accrescimento dei denti, capaci di registrare l'epoca in cui le femmine iniziano a riprodursi e i periodi in cui erano gravide, che ora possono essere misurati con precisione grazie a nuove microtomografie con raggi X. Anche il DNA degli animali del passato potrebbe fornire date sicure riguardo alle dinamiche delle popolazioni della fauna estinta, anche se probabilmente non per l'Australia continentale, dove è molto improbabile che si sia conservato DNA.

Altre ricerche sostengono invece l'ipotesi che le estinzioni siano riconducibili a processi di distruzione dell'ecosistema: le prime prove importanti provengono dal cratere di un vulcano.

# Paesaggi del Pleistocene

Vista attraverso la lente di un microscopio, la struttura che protegge le cellule spermatiche delle piante è un oggetto di grande bellezza. I granuli del polline di eucalipto hanno una forma triangolare, mentre quelli delle acacie australiane hanno più l'aspetto di palloni da calcio. I granuli del polline dell'*Araucaria* di Cunningham sono sferici, mentre le *Poaceae*, piante cespugliose autoctone, presentano granuli arrotondati con un'apertura ben distinguibile. La superficie dei granuli di molte specie presenta strutture elaborate e complesse; i granuli, che misurano da 10 a 100 micron (millesimi di metro), proteggono il loro prezioso contenuto grazie a un involucro di sporopollenina, uno dei materiali organici più resistenti al mondo. Il vento li trasporta in fondo agli oceani, nei laghi e nelle paludi, dove si infiltrano nei sedimenti e le loro pareti esterne possono resistere per centinaia di milioni di anni. Per ricostruire i paesaggi del passato, i palinologi leggono questi archivi botanici attraverso le lenti di microscopi che consentono di ingrandire il campione da 200 a 1000 volte.

L'antico polline proveniente dal Lynch's Crater – il relitto di un cratere vulcanico situato sull'altopiano dell'Atheron Tableland, nel Queensland settentrionale – racchiude alcune risposte agli interrogativi sul cambiamento a lungo termine del paesaggio australiano. L'ultimo periodo di attività del vulcano risale a circa 250000 anni fa; successivamente all'interno del cratere si formò un lago. Ma da circa 50000 anni a questa parte, il lago sembra più che altro una torbiera paludosa. I suoi sedimenti contengono non solo il *record* di pollini più esteso e completo del nord dell'Australia, ma anche particelle di carbone, che possono dirci qualcosa sulla storia degli incendi nella regione: un archivio continuo che copre l'arco tem-

porale di due glaciazioni. Il Lynch's Crater è stato inoltre uno dei primi siti continentali australiani a essere confrontato con una carota sedimentaria prelevata dal fondo oceanico, e ciò ha permesso di disporre di un riferimento incrociato per i dati provenienti dalla terra ferma. Questi archivi ambientali, se considerati nel loro insieme, offrono la possibilità di chiarire gli impatti delle forze che hanno agito sull'ambiente australiano con intensità diverse e su differenti scale temporali, forze che hanno determinato una trasformazione del paesaggio dalla foresta pluviale alla vegetazione sclerofilla della *bush*, resistente al fuoco e dominata dagli eucalipti.

Peter Kershaw, paleoecologo presso la Monash University, ha studiato per trent'anni il *record* del Lynch's Crater, per pubblicare infine su *Nature*, nel 1986, il suo articolo definitivo su questo sito. Le analisi del polline dipingono un quadro che mostra l'antico lago circondato da torreggianti conifere del genere *Araucaria*, come il pino delle Isole di Norfolk e l'*araucaria* di Cunningham, alberi che un tempo erano diffusi su tutto il pianeta, ma che, a partire da 65 milioni di anni fa, ridussero il loro areale esclusivamente all'emisfero meridionale. Un tempo circondavano il lago anche altre conifere meridionali, appartenenti al genere *Podocarpus*, che si erano evolute nell'antico supercontinente meridionale Gondwana. Queste conifere dominano quella che oggi è chiamata foresta secca e sono estremamente sensibili al fuoco.

Il brusco aumento delle particelle di carbone – rilevato nella carota sedimentaria del Lynch's Crater e datato con il radiocarbonio a circa 42000 anni fa – segnala un'impennata degli incendi boschivi, mentre le analisi condotte sul polline hanno fatto emergere un mutamento a favore degli sclerofilli, per la maggior parte eucalipti, acacie e casuarinacee. La vegetazione sclerofilla ha dominato la regione finché non sono sopraggiunte condizioni climatiche umide alla fine dell'ultima glaciazione, circa 12000 anni or sono. Il clima più umido, tipico dell'attuale periodo interglaciale, ha preparato il terreno per l'espansione delle foreste pluviali umide nella regione, come era avvenuto nei precedenti periodi interglaciali. Queste foreste di fichi, cedri rossi e allori si spartiscono adesso il territorio con gli arbusti sclerofilli; le foreste di conifere, invece, non sono più ricomparse.

Quando il radiocarbonio fornì una datazione di 42000 anni, Kershaw pensò che forse stava leggendo la storia dell'impatto

ambientale degli incendi appiccati dai primi australiani. La maggior parte degli archeologi pensava che il primo approdo umano sul continente fosse avvenuto pressappoco a quell'epoca. Tuttavia, occorre ricordare che nel 1986 una datazione di 42000 anni si trovava proprio a ridosso del limite del radiocarbonio. Così nel 2001 un gruppo guidato da Chris Turney, allora alla Wollongong University, e comprendente anche Kershaw, pubblicò una ricerca che ridatava il sito. Il gruppo aveva trivellato una nuova carota e si era cimentato nel metodo ABOX-SC per il pretrattamento dei campioni sedimentari. Una volta scoperto che il materiale che rimaneva dopo i processi chimici era ben poco, e che le età erano troppo diverse e contrastanti, essi ritornarono al trattamento standard (nel quale la contaminazione viene rimossa sottoponendo il campione ad attacco chimico alternato acido-alcalino-acido) e pubblicarono i risultati sul *Journal of Quaternary Science*. Il livello corrispondente all'aumento delle particelle di carbone, a partire dagli 11 metri di profondità, risale a circa 50000 anni fa, anche se, a questo punto, questa età si scontrava con la nuova barriera del radiocarbonio. I risultati collimavano con quelli provenienti dalla carota marina ODP-820, una sequenza lunga sessantotto metri che copriva un arco temporale di 250000 anni. Questa carota sedimentaria, estratta dalla scarpata continentale vicino all'Atherton Tableland, era stata recuperata dalla nave oceanografica *Joides Resolution* nell'ambito del programma internazionale di perforazione oceanica, l'Ocean Drilling Program. Essa presentava alte concentrazioni di carbone ai livelli corrispondenti a 130000 anni fa, subito dopo la penultima glaciazione, e successivamente anche ai livelli compresi tra 50000 e 30000 anni fa.

Le datazioni di 50000 anni provenienti dal Lynch's Crater e dai sedimenti marini si avvicinavano a quelle più recentemente calcolate per la colonizzazione umana dell'Australia. Inoltre, il regime degli incendi risultava diverso rispetto a quello delle ere glaciali, lasciando supporre un intervento umano. Neanche nei tempi più duri della penultima glaciazione (da 180000 a 130000 anni fa), si era verificato un aumento degli incendi e del cambiamento della vegetazione di proporzioni paragonabili. La vegetazione aveva iniziato a cambiare gradualmente dopo l'inizio del "grande incendio" di 50000 anni fa, per un periodo di 20000 anni, mentre le trasformazioni scatenate esclusivamente dalle ere glaciali si erano verifi-

cate in modo brusco e repentino. La questione più importante riguardava il ruolo, nel mutamento della vegetazione, delle siccità indotte dall'Oscillazione Meridionale El Niño (ENSO). Secondo l'interpretazione di Kershaw, con ogni probabilità l'impatto umano era stato minimo fino all'entrata in scena di El Niño.

Nel 2004 Turney, Kershaw e alcuni colleghi pubblicarono su *Nature* una ricerca palinologica utilizzando, per misurare l'impatto di El Niño sul Lynch's Crater, la lotta per la supremazia tra i carici, favoriti dalle condizioni climatiche umide, e le altre erbe. Per misurare le variazioni della piovosità dovute alle fluttuazioni ENSO, gli scienziati si avvalsero anche del decadimento della torba, che è accelerato dalla siccità. Individuarono aspri periodi di siccità dovuti a El Niño a intervalli di 11 900 e 1500 anni negli ultimi 50 000 anni, estendendo la parte più recente del *record* di corallo di John Chappell proveniente dalla Nuova Guinea.

Il gruppo di ricerca di Chappell aveva misurato gli isotopi dell'ossigeno in sezioni di corallo corrispondenti a periodi da 30 a 100 anni, utilizzandole come indice dell'ENSO del passato. Gli scienziati ottennero così informazioni su scala temporale stagionale concernenti la salinità e la temperatura superficiale del mare nel corso di due cicli glaciali. Essi scoprirono che ENSO è attivo da circa 130 000 anni, ma si è rafforzato nell'attuale periodo interglaciale dell'Olocene. Quando gli esseri umani arrivarono per la prima volta in Australia, intorno all'inizio del periodo interstadiale OIS 3, la variabilità di ENSO era inferiore e il clima più stabile rispetto a oggi. L'analisi dei coralli fornisce istantanee ad alta risoluzione della variazione naturale del clima, mentre i sedimenti lacustri permettono di sovrapporre 50 000 anni di oscillazioni ENSO al periodo caratterizzato da incendi a vasto raggio attribuiti ai primi australiani.

Gurdip Singh, paleoecologo dell'Australian National University, oggi scomparso, aveva avanzato nel 1985 aveva avanzato l'ipotesi, poi rivelatasi infondata, che gli esseri umani potessero essere stati responsabili del rapido aumento del carbone osservato nei sedimenti del Lago George, vicino a Canberra, 130 000 anni fa. Il polline della vegetazione sclerofilla ritrovato nelle carote del lago coincideva in generale con i dati del Lynch's Crater, sebbene le datazioni, oltre il limite del radiocarbonio, rimangono tuttora incerte.

Tuttavia, alcuni ricercatori alle prese con l'analisi delle sequenze sedimentarie lacustri della Nuova Caledonia contestano l'inter-

pretazione che sostiene la responsabilità umana negli incendi. Geoff Hope, dell'Australian National University, e Janelle Stevenson hanno sostenuto che, dal momento che gli esseri umani non sono approdati nella Nuova Caledonia prima di 3500 anni fa, era possibile distinguere tra i cambiamenti indotti dall'uomo e quelli naturali. Leggendo i sedimenti del Lago Xere Wapo, scoprirono che circa 50000 anni fa c'era stato un brusco declino delle araucarie, simile a quello evidenziato nel Lynch's Crater. Poiché si poteva tranquillamente escludere in quell'epoca qualsiasi *disturbo* umano in Nuova Caledonia, conclusero che il cambiamento climatico era la causa più probabile del mutamento della vegetazione osservato in entrambi i *record* fossili. La cronologia della carota della Nuova Caledonia, tuttavia, è controversa.

Alcuni scienziati affermano che è impossibile riuscire a distinguere tra gli incendi provocati dall'uomo e quelli causati da fattori naturali solamente a partire dalle analisi delle particelle di carbone ritrovate nelle carote sedimentarie; invocare una responsabilità umana, quindi, è una questione puramente speculativa. Essi sostengono inoltre che l'ipotesi dell'agricoltura "del fiammifero" formulata da Rhys Jones nel 1969 non si basava su prove archeologiche, ma su osservazioni etnografiche del XIX e del XX secolo proiettate 50000 anni indietro, nel passato, all'epoca del primo approdo umano sul continente australiano. Altri scienziati invece dissentono, sostenendo che le conclusioni tratte dal Lynch's Crater offrono precise evidenze palinologiche dei diversi regimi di incendi. Inoltre, in che modo sarebbe possibile ritrovare, nella cultura materiale della documentazione archeologica, prove a sostegno dell'agricoltura "del fiammifero"?

Altri segnali che indicano una distruzione dell'ecosistema sono arrivati dalle zone dell'entroterra.

\*\*\*

Un gruppo di scienziati, guidati da Gavin Prideaux, ha esaminato i denti di marsupiali provenienti dalle grotte della piana di Nul-larbor. Scoperti da alcuni speleologi nel 2002, in uno dei più grandi ritrovamenti fossili di tutta l'Australia, i resti comprendevano 69 specie di vertebrati, estinti o ancora esistenti, comprese 23 specie di canguri, 8 delle quali erano ancora sconosciute. Tra quegli ani-

mali, morti precipitando nelle grotte attraverso fenditure del terreno, erano presenti molte specie della megafauna estinta. Gli scheletri erano tra i meglio conservati mai rinvenuti, e la scoperta ebbe un'enorme pubblicità. Tra gli esemplari ritrovati, vi è il primo scheletro completo di leone marsupiale, *Thylacoleo carnifex*, il più grande marsupiale carnivoro. Ciò potrebbe imporre una radicale reinterpretazione dello stile di vita del predatore. L'articolo che parlava della scoperta, pubblicato nel 2007 su *Nature*, descriveva anche il ritrovamento di una lumaca, ma *Pupoides adelaidae* non ebbe grande eco sui media.

Il gruppo si è avvalso di tre tecniche per datare i fossili. John Hellstrom, dell'Università di Melbourne, ha effettuato datazioni con la serie dell'uranio sulle concrezioni minerali formatesi sulla superficie delle ossa; Brad Pillans, dell'Australian National University, ha invece utilizzato la datazione paleomagnetica, basata sulle tracce lasciate dalle inversioni e dalle deviazioni della direzione del campo magnetico terrestre, presenti in rocce e sedimenti; Richard Roberts e i suoi colleghi hanno impiegato la tecnica OSL. Le ossa si erano accumulate in un arco di tempo compreso tra 800000 e 200000 anni addietro, molto tempo prima, quindi, che gli esseri umani arrivassero sul continente.

Per stabilire quale fosse il clima all'epoca degli animali di Nullarbor, Linda Ayliffe dell'Australian National University analizzò gli isotopi dell'ossigeno, ossigeno-16 e ossigeno-18, all'interno dello smalto dentario di un vombato e di tredici canguri fossili. Tali isotopi sono in grado di rivelare i tassi di piovosità e di evaporazione. Le molecole d'acqua che contengono l'isotopo più leggero dell'ossigeno sono le prime a evaporare; le zone secche, quindi, si arricchiscono della forma più pesante dell'elemento. La Ayliffe ha confrontato questi risultati con quelli ottenuti da carcasse di canguri e vombati moderni (uccisi da automobili) o da esemplari conservati nei musei, provenienti da varie regioni dell'Australia meridionale con livelli di piovosità noti. A sud, nella regione dell'Hampton Tableland, più fredda e umida, le piogge sono portate dai venti invernali di ponente; verso nord la regione più secca e calda è invece dominata dal monzone estivo. I risultati ottenuti mediante la rilevazione degli isotopi dell'ossigeno sui denti antichi ricadevano nell'intervallo dei risultati moderni ottenuti per queste regioni, suggerendo generalmente un clima secco simile all'attuale, con la

zona di Nullarbor che riceve 200 millimetri di pioggia all'anno ed è priva di marcati ritmi stagionali. Tuttavia, l'inventario dei fossili fece affiorare un quadro del paesaggio del passato molto diverso da quello osservabile oggi a Nullarbor, che è ormai una zona desertica ricoperta da atriplici. Gli erbivori, come il vombato gigante *Phascolonus gigas*, dominavano il paesaggio, suggerendo l'esistenza di ampi pascoli, ma la regione sosteneva anche nove specie di animali fillofagi, comprese due nuove specie di canguri arboricoli e il *Procoptodon* estinto. "Per sostenere questa biodiversità, la regione deve essere stata un mosaico di praterie e foreste", afferma Prideaux, aggiungendo che gli alberi sensibili al fuoco, come il *quandong* (*Santalum acuminatum*), con le sue foglie gustose e i suoi frutti succosi, rompevano probabilmente la monotonia degli sterpeti di eucalpti e di *wattle* (acacie australiane)<sup>1</sup>.

Se la piovosità dei tempi antichi era simile a quella odierna, cosa ha trasformato il paesaggio? Gli scienziati sospettano che il fuoco sia l'indiziato più plausibile, e suggeriscono che le scoperte di Nullarbor rafforzano l'ipotesi che la distruzione dell'habitat abbia contribuito alle estinzioni della megafauna 46000 anni fa, sottolineando che anche la caccia diretta attuata dagli esseri umani potrebbe avere avuto un ruolo. "Sappiamo ora che la vegetazione stava cambiando, e ciò significa che è improbabile che si sia verificato solamente uno scenario di caccia, anche ammettendo che la caccia indiscriminata possa aver avuto una parte nelle estinzioni", afferma Richard Roberts. "È probabile che vi sia stata predazione degli esemplari più giovani, ma poiché adesso ci sono prove che attestano il ruolo umano negli incendi, l'ipotesi di un'orda di cacciatori Aborigeni non è indispensabile"<sup>2</sup>.

Altre ricerche hanno prodotto risultati analoghi allo studio di Nullarbor, e il gruppo di Miller e Magee ha tratto conclusioni simili a quelle del gruppo di Prideaux. Il gruppo di Miller e Magee – che anni prima aveva analizzato gli isotopi del carbonio nei gusci d'uovo per studiare la dieta di *Genyornis* ed emù (pp. 83-98) – ha ricercato nei gusci d'uovo gli isotopi dell'ossigeno che parlano di pioggia e siccità. I ricercatori hanno confrontato i valori degli isotopi dell'ossigeno nei carbonati dei gusci fossili di *Genyornis* e di emù prima

<sup>1</sup> Conversazione con Gavin Prideaux, gennaio 2007.

<sup>2</sup> Conversazione con Richard Roberts, gennaio 2007.

dell'estinzione di *Genyornis*, 50 000 anni fa, con i valori degli stessi isotopi nei gusci di emù dopo l'estinzione di *Genyornis*, 40 000 anni fa. La fonte di ossigeno era costituita dall'acqua ingerita dall'uccello. Al congresso dell'International Union for Quaternary Research, tenutosi a Cairns nel 2007, Miller ha riferito che le analisi dell'ossigeno-18 suggerivano solo un inaridimento graduale a partire da 60 000 anni fa; il clima, quindi, non poteva essere ritenuto responsabile del drastico cambiamento della vegetazione verificatosi tra 50 000 e 45 000 anni fa e registrato negli isotopi di carbonio dei gusci d'uovo. "Gli incendi umani trasformarono la vegetazione in tutta l'Australia semi-arida", ha affermato Miller.

I pollini del Lynch's Crater, i denti dei fossili di Nullarbor e i gusci di *Genyornis* ed emù dipingono un continente devastato dal fuoco.

L'Australia è stata considerata un laboratorio naturale, utile per individuare i maggiori cambiamenti climatici avvenuti su scala globale, permettendo di distinguere tra gli impatti climatici e quelli umani. Potrebbe inoltre gettare luce sulle estinzioni americane, avvenute quando le calotte glaciali, che coprivano la maggior parte del continente del nord, si stavano ritirando e l'era glaciale aveva mollato la presa, lasciando posto a un'altra breve e improvvisa glaciazione nota come Younger Dryas. Ma forse le ricerche americane possono fornire indizi anche sullo scenario australiano.

\*\*\*

Le dispute australiane sull'età della colonizzazione e sulle estinzioni della megafauna si ripropongono nel Nuovo Mondo, sebbene questo non fosse considerato una *terra nullius* dai conquistadores. "Debbono essere buoni servitori e ingegnosi, perché osservo che ripetono presto tutto quello che io dico loro" scrisse il 12 ottobre 1492 Cristoforo Colombo nel suo diario di bordo. "Ritengo anche che possano diventare agevolmente cristiani, poiché mi parve che non appartenessero a nessuna setta".

Oltre cinque secoli dopo, scienziati e archeologi discutono sull'epoca in cui i progenitori di questi "selvaggi" colonizzarono per la prima volta l'America, sul loro ruolo nella scomparsa della megafauna locale e sull'effetto della natura, dai cambiamenti climatici agli impatti cosmici. Geni, sterco, sferule vetrose e strane molecole, dette *buckyball*, sono tra i protagonisti di questo dibattito.

# L'invasione del Nuovo Mondo

Silvia Gonzalez non si tira certo indietro quando si parla dell'età della prima colonizzazione delle Americhe. Stando a un articolo diffuso dalla BBC, l'archeologa avrebbe definito una "bomba archeologica" le datazioni da lei ottenute, che facevano risalire a 40 000 anni fa alcune impronte umane trovate in Messico, aggiungendo inoltre che il suo gruppo di ricerca era "pronto per la battaglia". La Gonzalez, della John Moores University di Liverpool, e un gruppo di colleghi avevano stimato un'età di 40 000 anni per il sito del Lago Valsequillo, vicino a Città del Messico, avvalendosi di diversi metodi di datazione: il radiocarbonio sulle conchiglie di acqua dolce, la tecnica ESR sui denti di mammut e la tecnica OSL sul quarzo associato alle impronte, che si diceva fossero rimaste impresse su uno strato di lava solidificata.

L'archeologa, che in precedenza aveva sostenuto che i primi abitanti delle Americhe erano arrivati presumibilmente via mare dall'Australia, mette in discussione l'ortodossia dell'ipotesi *Clovis First*. Secondo questa teoria, i "cacciatori di Clovis" giunsero nel Nord America percorrendo la Beringia – un passaggio libero dai ghiacci che congiungeva la Siberia nord-orientale al Canada occidentale attraverso l'istmo di Bering, che emergeva dal mare dove oggi si trova l'omonimo stretto – non prima di 13 000 anni or sono. Le affermazioni sul rinvenimento delle impronte si scontrarono, però, con un certo scetticismo non solo sulla datazione, ma anche sull'interpretazione delle impronte stesse. L'annuncio ebbe ampio risalto in una conferenza stampa durante la mostra sulla scienza della Royal Society, tenutasi a Londra nell'estate del 2005. Ma ancor prima di pubblicare i risultati su *Quaternary Science Reviews*, il gruppo di ricerca della Gonzalez venne letteralmente spiazzato

da Paul Renne e dai suoi colleghi del Berkeley Geochronology Center in California. Avvalendosi del metodo di datazione argon-argon e di dati paleomagnetici, questi ricercatori dichiararono che lo strato di lava contenente le impronte risaliva a circa 1,3 milioni di anni fa, un'età che precedeva di oltre un milione di anni non soltanto le prime datazioni non contestate per l'arrivo degli esseri umani nelle Americhe, ma anche quelle relative al primo *Homo sapiens* africano di cui si abbia notizia. Il gruppo di Renne affermò quindi, in un articolo su *Nature*, che le "impronte" erano state male interpretate.

In precedenza, la Gonzalez aveva destato non poco clamore con il ritrovamento della *Donna di Peñon III*, uno scheletro anch'esso rinvenuto in Messico. Il clamore in questo caso non derivava tanto dall'età dello scheletro – che, essendo stato datato a 12700 anni fa con la tecnica al radiocarbonio, era comunque contemporaneo di Clovis – quanto dalle misure del suo cranio. L'archeologa affermò, infatti, che il cranio della Donna di Peñon, come quelli di diversi altri scheletri trovati in Messico, era più lungo e stretto della maggior parte dei crani degli amerindi, suggerendo come queste caratteristiche fossero più tipiche di popolazioni europee che non dell'Asia nordorientale.

Il dibattito sulla colonizzazione americana oscilla tra le *hard sciences* e un'exasperata pseudoscienza. Gli studiosi discutono non solo sull'ipotesi *Clovis First*, ma anche sulla via percorsa dai migranti nel viaggio verso sud. Ovvero: si trattò di un passaggio attraverso un corridoio libero dai ghiacci tra le calotte glaciali, che durante l'ultima glaciazione ricoprivano larga parte del Nord America, oppure di una navigazione lungo la costa del Pacifico? Nel contempo gli accademici sono stati anche accusati di occultamento. Michael Cremo e Richard Thompson, autori del libro *Forbidden Archaeology*, sostengono che geologi e archeologi accademici hanno soppresso i dettagli di centinaia di scheletri umani moderni ritrovati in America e in Europa in sedimenti risalenti a milioni di anni fa, perché quei resti non si adattavano alle teorie standard. Inoltre alcuni indigeni americani, come i loro omologhi australiani, proclamano che le loro genti "sono sempre state qui", quindi qualsiasi età – purché antica – va bene, e naturalmente più antica è meglio è. A completare il quadro, si è levato pure un coro di creazionisti che condannano tutte le datazioni anteriori al 4004 a.C., perché in contrasto con le Scritture.

Il dibattito, in realtà, iniziò a infuriare già a partire dal 1927, anno in cui vennero scoperte, vicino a Folsom, nel New Mexico, alcune punte scanalate per armi da lancio insieme a scheletri di una specie estinta di bisonte. La scoperta sottolineava l'antichità dell'occupazione umana dell'America del Nord. Gli animali estinti erano attribuiti al Pleistocene, pertanto l'arrivo delle popolazioni umane doveva essere avvenuto nello stesso periodo, e non in epoche più recenti, come suggerivano le conoscenze archeologiche di allora. Il ritrovamento fu seguito nel 1934 dalla scoperta, vicino a Clovis, sempre nel New Mexico, di alcune punte più grandi, anche queste scanalate. Le punte di Clovis provenivano da depositi più profondi, e quindi più antichi, rispetto a quelli di Folsom; in seguito vennero descritti anche altri tipi di punte, provenienti da depositi più recenti al di sopra degli strati di Folsom.

Il geologo di Harvard Kirk Bryan osservò nel 1941 che le scoperte archeologiche di Folsom e Clovis avevano concentrato l'attenzione dei geologi soprattutto sui mutamenti del paesaggio causati dall'avanzamento e dal ritiro dei ghiacciai. Poiché le punte scanalate erano inequivocabilmente associate alle ossa di animali estinti – al bisonte, per quanto riguardava i livelli di Folsom, e al mammut, per i livelli di Clovis – gli scienziati iniziarono a inseguire il sogno di riuscire a correlare la stratigrafia archeologica a “una cronologia geologica generale sincronizzata con il ritmo delle fluttuazioni climatiche”. Pur ammettendo che il metodo geologico per la datazione era “pieno di trabocchetti e vicoli ciechi”, Bryan osservava, non senza una punta d'ironia, che era “l'unico gioco in città”<sup>1</sup>.

Stimare le date delle culture di Clovis e di Folsom era un esercizio che richiedeva una catena di deduzioni geologiche. In primo luogo, i ricercatori dovevano stabilire la stratigrafia dei siti archeologici e correlarli con i siti fossili che contenevano le stesse specie della megafauna estinta associate alle diverse punte scanalate. Dovevano quindi correlare questi siti sparsi con la stratigrafia glaciale generale nordamericana, che allora era ancora in via di completamento. Siti come Lindenmeier in Colorado e Hell Gap nello Stato del Wyoming erano abbastanza simili da poter correlare gli strati contenenti i manufatti, lungo gole e corsi d'acqua, alla

<sup>1</sup> *The only game in town*: espressione popolare americana, ispirata al mondo del gioco d'azzardo, per indicare una scelta obbligata, senza alternative.

nascente stratigrafia glaciale delle Montagne Rocciose. Questa era associata a siti glaciali, distanti 1500 chilometri, della regione dei Grandi Laghi e da lì, con un ottimistico balzo di 5000 chilometri, alla molto più affidabile cronologia glaciale europea stabilita mediante il conteggio delle varve (strati sedimentari lacustri).

La migliore stima di Bryan datava le punte di Folsom tra 25000 e 10000 anni fa, propendendo per la porzione più antica dell'intervallo. Ernst Antevs, dell'Università dell'Arizona, era invece convinto che fosse più plausibile l'orizzonte temporale più recente, probabilmente intorno a 13000 anni fa, per il sito di Lehner in Arizona, dove erano state rinvenute punte di Clovis e resti di mammut. Queste datazioni si basavano su *record* distanti e presumibilmente annuali, precedenti l'avvento della datazione al radiocarbonio.

Negli anni Settanta, impiegando il metodo della racemizzazione degli amminoacidi, Jeff Bada, dell'Università della California di San Diego, ottenne datazioni risalenti fino a 70000 anni fa per alcuni scheletri umani scavati da siti costieri della California. Ma si trattava davvero di risultati di "criptoarcheologia", che lunghi decenni di attenti scavi non erano riusciti a riconoscere e che erano improvvisamente rivelati da questo nuovo metodo di datazione? In seguito Bada ritirò quei risultati, quando una datazione indipendente, condotta presso il laboratorio di spettrometria di massa con acceleratore di Oxford, dimostrò che gli scheletri avevano età inferiori a 12000 anni, e che alcuni erano addirittura molto più recenti.

Il gruppo di Oxford, che comprendeva anche Richard Gillespie, aveva sperimentato nuovi e rigorosi metodi di decontaminazione su campioni di controllo di età conosciuta, come un osso di maiale recuperato dalla *Mary Rose*, nave ammiraglia di Enrico VIII affondata nel 1545 durante una battaglia con i francesi, e un osso umano proveniente dagli scavi di Pompei, rimasto sepolto sotto la lava del Vesuvio dal 79 d.C. Il laboratorio di Oxford aveva trattato anche campioni di ossa animali provenienti da depositi geologici, comprese quelle di un rinoceronte lanoso vissuto circa 35000 anni fa, la cui specie è estinta.

Dunque avevano ragione gli archeologi che avevano messo in dubbio le date della racemizzazione di Bada, interpretando correttamente lo stile dei manufatti, effettivamente risalenti all'Olocene, ritrovati vicino alle ossa umane. D'altronde, se davvero le ossa umane fossero risultate risalenti a un'epoca compresa tra 30000 e

70 000 anni fa, sarebbe stato a dir poco difficile spiegare la presenza delle conchiglie e di altri rifiuti tipici di una cultura marittima, dal momento che il livello del mare era molto più basso in quell'epoca, e presumibilmente la linea costiera californiana si trovava parecchi chilometri a ovest dei siti. Molti furono delusi perché le nuove età ottenute con il radiocarbonio non sostenevano né la cronologia breve (biblica), né quella lunga (indigena).

Successivamente gli scienziati hanno migliorato la tecnica di datazione tramite racemizzazione degli amminoacidi, metodo che oggi è ben consolidato.

Calico Foothills è uno dei vari siti archeologici a nord del Rio Grande ai quali erano state attribuite età molto antiche. Persino uno dei pionieri della paleoantropologia, Louis Leakey, si occupò del sito, convinto che i manufatti in esso ritrovati fossero simili agli strumenti di Olduvai<sup>2</sup>; i geologi gli avevano infatti assicurato che quel sito californiano aveva un'età compresa tra 50 000 e 80 000 anni. Tuttavia oggi la maggior parte degli archeologi concorda sul fatto che quei presunti strumenti non siano manufatti, ma abbiano origine naturale.

È tuttora aperto un aspro dibattito sui risultati ottenuti con il radiocarbonio per il riparo sotto roccia Meadowcroft in Pennsylvania. James Adovasio, che vi ha condotto gli scavi per trent'anni, afferma che l'occupazione umana è databile a 19 000 anni fa, quando il margine del ghiacciaio continentale Laurentide si trovava ad appena 80 chilometri a nord del sito. Le datazioni pubblicate sono tuttavia controverse, e Adovasio si è rifiutato di far analizzare semi e altri reperti botanici.

In Sud America vi sono state diverse rivendicazioni di presenze umane pre-Clovis; una delle più tenaci è relativa al sito di Monte Verde nel Cile meridionale. Tom Dillehay, dell'Università del Kentucky, sostiene che diverse datazioni con il metodo al radiocarbonio su frammenti di legno e carbone forniscono età più antiche di almeno 1000 anni di quelle dei siti Clovis, e suggerisce che il sito potrebbe documentare un'occupazione umana risalente ad almeno 38 000 anni fa.

<sup>2</sup> La prima industria litica, sviluppata da esseri umani oltre 2 milioni di anni fa, è così chiamata dalla gola di Olduvai in Tanzania, dove gli strumenti furono rinvenuti da Mary Leakey negli anni Sessanta.

In un articolo pubblicato su *Nature* nel 1986, l'archeologa brasiliana Niede Guidon ha affermato che il sito di Pedra Furada in Brasile era abitato 37000 anni or sono. Intervenendo qualche tempo dopo su *New Scientist*, Paul Bahn ha osservato: "Le affermazioni sostenute dalla Guidon tendono a essere prese meno sul serio di quelle relative al sito cileno [Monte Verde]. Ciò è dovuto in parte al fatto che l'archeologa non ha abbastanza pubblicazioni... ma non è difficile sospettare che il suo sesso e la sua nazionalità abbiano significativamente rafforzato questo atteggiamento".

Micheal Waters, della Texas A&M University, e Tom Stafford, che gestisce un laboratorio privato di datazione al radiocarbonio a Boulder, in Colorado, hanno recentemente esaminato i *record* dei siti Clovis nel Nord America, datati direttamente con il metodo al radiocarbonio. I risultati per gli 11 siti con le datazioni più affidabili suggerivano che la durata della tecnologia Clovis fosse stata di soli 450 anni, in un arco temporale compreso tra 13250 e 12800 anni fa, nel corso del quale le popolazioni che fabbricavano punte scanalate si sarebbero diffuse nel Nord America. Gli scienziati ricavarono un intervallo ancora più ristretto, di circa 200 anni, considerando solamente l'età più recente del sito Clovis più antico e l'età più antica del sito Clovis più recente. Questa cronologia potrebbe dimostrarsi corretta, ma le statistiche sono opinabili e la calibrazione dei risultati delle datazioni resta controversa.

L'emergere dell'industria litica Clovis in tutto il Nord America circa 13000 anni fa è compatibile con due ipotesi.

La prima prevede una rapida dispersione delle popolazioni Clovis in una *terra nullius* americana. Tale ipotesi è supportata dai modelli demografici di popolazioni in movimento 13000 anni fa tra l'enorme ghiacciaio Laurentide e il più piccolo ghiacciaio della Cordillera lungo la costa occidentale. Forse questo passaggio dei nuovi arrivati è testimoniato dalla tecnologia delle lame e delle punte bifacciali, denominata *cultura nenana*. Gli assemblaggi litici di questa cultura si trovavano in Alaska circa 300 anni prima del più antico sito Clovis considerato nello studio di Waters e Stafford.

L'ipotesi alternativa sostiene che la tecnologia Clovis fu introdotta da un piccolo gruppo di migranti, che si diffuse rapidamente tra altre, indefinite popolazioni già insediate nel continente.

Le analisi genetiche, condotte nel frattempo, indicano che l'ultimo tratto del viaggio, dalla Beringia fino al cuore del continente

americano, risale a un periodo compreso tra 11 000 e 16 000 anni fa, in seguito a una dispersione originatasi dall'Asia centrale tra 20 000 e 25 000 anni fa.

Un recente riesame delle evidenze genetiche e archeologiche suggerisce l'ipotesi che i migranti abbiano imboccato dapprima la via costiera, che era già aperta durante la fase iniziale della deglaciazione, prima di 15 000 anni fa, mentre diversi millenni più tardi una seconda ondata migratoria avrebbe percorso il corridoio nell'entroterra, ormai libero dai ghiacci. Il profilo del DNA ottenuto recentemente dal capello di un paleo-eschimese della Groenlandia di 4000 anni fa indica che le popolazioni di origine siberiana-beringiana si sono espanse anche nell'estremo nord.

Pressappoco nello stesso periodo in cui fiorì la cultura Clovis, scomparvero 135 specie animali, per la maggior parte grandi mammiferi. Questi animali erano sopravvissuti a molte fluttuazioni climatiche precedenti e alcune specie risalivano all'inizio del Quaternario, quando l'America del Nord si unì a quella del Sud per la prima volta. I cambiamenti climatici che hanno contrassegnato la fase finale del Pleistocene, circa 13 000 anni fa, furono meno severi di quelli precedenti. E allora, che cosa ha causato la scomparsa della megafauna americana?

Verso la fine dell'ultima glaciazione, alcuni cacciatori di grandi animali provenienti dalla Siberia attraversarono l'istmo di Bering, dirigendosi verso l'Alaska. Il fronte umano avanzò lungo il corridoio libero dai ghiacci in cerca di terre più ospitali, a sud. Nel loro cammino gli uomini spazzarono via la megafauna, forse nell'arco di un migliaio di anni dal loro arrivo. Questa, almeno, è l'idea che si è fatta Paul Martin dell'Università dell'Arizona, autore del modello di estinzione della guerra lampo, il cui ormai famoso articolo "The discovery of America", accese un dibattito che si sarebbe protratto per interi decenni dopo la pubblicazione su *Science* nel 1973. "La mia ipotesi è che essi si siano diffusi verso sud in maniera esplosiva, raggiungendo velocemente una densità di popolazione sufficiente per sterminare molte delle loro prede [...]. A meno che non si insista nel credere che gli invasori del Paleolitico abbiano perso l'entusiasmo per la caccia e siano divenuti improvvisamente vegetariani per scelta [...] o che fossero già in grado di praticare una caccia sofisticata e sostenibile sulle prede, si può predire senza nessuna difficoltà il rapido sterminio dei più grandi mammiferi nativi americani".

Nello scenario di Martin, gli animali "ingenui" furono spazzati via poco dopo l'arrivo degli esseri umani nella regione, proprio perché l'evoluzione non aveva potuto dotarli di difese adeguate contro questi nuovi predatori. Esistono forti prove a sostegno della guerra lampo nelle isole, ma alcuni sostengono che le isole costituiscono un caso particolare e che i risultati non possono essere estesi ai continenti. Tutto dipende, però, da cosa si intende per *isola*. L'Australia è stata una grande isola per tutto il Quaternario, e l'America un'isola ancora più grande durante i periodi interglaciali, come l'Olocene.

In una revisione degli studi in materia, Anthony Barnosky e colleghi hanno affermato che l'argomento dell'ingenuità non spiega perché estinzioni di megafauna si siano verificate in Africa, con la sparizione, tra le altre, di alcune specie di elefanti e di bovidi. Sostengono che anche la tempistica delle estinzioni in Eurasia indebolisce l'ipotesi della guerra lampo, mentre altri scienziati ribattono che la co-evoluzione con gli ominidi pre-moderni contribuì a far perdere alla megafauna la sua ingenuità.

Uno dei primi tentativi di datare l'estinzione di massa americana contribuì al progresso del metodo al radiocarbonio. Si trattava di analizzare le ossa rinvenute nei giacimenti di bitume, ormai dismessi, di Rancho la Brea – attualmente un parco nel centro di Los Angeles – scavati all'inizio del secolo scorso. Dal sito, che era più che altro un insieme di laghi di asfalto nei quali gli animali rimasero impantanati, sono state recuperate centinaia di migliaia di ossa, appartenute ad animali come il *Canis dirus* e la tigre dai denti a sciabola oggi estinti. Alcuni sembravano presentare tracce di tagli, ma erano impregnati di asfalto, e ciò poneva gravi problemi di contaminazione per i chimici della datazione al radiocarbonio, dal momento che l'asfalto è una forma di carbonio fossile.

Servendosi di un microscopio elettronico, Ralph Wyckoff e colleghi dell'Università dell'Arizona di Tucson accertarono che le ossa contenevano la tipica struttura a tripla elica intrecciata del collagene. Gli scienziati sottoposero i campioni a un trattamento intensivo, che prevedeva anche un bagno in un solvente organico per eliminare i contaminanti dell'asfalto. Si trattava di una violazione palese del comandamento di Libby, che prescriveva il *primum non nocere*, cioè l'isolamento dei campioni dal carbonio estraneo (come quello dei reagenti organici). Il gruppo di Wyckoff, tuttavia, era riu-

scito a mettere a punto un metodo per separare il carbonio contenuto nel campione da quello contenuto nel cocktail chimico. Gli scienziati facevano cuocere la mistura in acido cloridico bollente per spezzare la proteina negli amminoacidi costituenti, che venivano poi separati con una resina a scambio ionico simile a quella contenuta nei comuni filtri domestici per la depurazione dell'acqua.

L'esperto di datazione americano Tong-Yun Ho e i suoi colleghi approfondirono lo studio della composizione degli amminoacidi e giunsero alla conclusione che la datazione al radiocarbonio delle ossa avrebbe dovuto essere ottenuta dall'amminoacido idrossiprolina, che costituisce il 10% del contenuto totale di amminoacidi del collagene, mentre è rara altrove. L'idrossiprolina e il suo precursore, la prolina, sono chimicamente più resistenti dei restanti venti amminoacidi contenuti nelle proteine.

Quando, all'inizio degli anni Ottanta, iniziarono a essere utilizzati gli acceleratori di particelle dedicati all'analisi al radiocarbonio con la tecnica AMS, si scatenò una gara non dichiarata tra i due laboratori di Oxford e Tucson: entrambi i gruppi di ricerca erano a caccia dell'idrossiprolina. Gillespie e colleghi di Oxford arrivarono primi, ma Tom Stafford e il gruppo di Tucson ampliarono il metodo. Era stato così creato un nuovo potente strumento: la datazione al radiocarbonio di composti chimici specifici, oggi utilizzata di routine.

E la datazione dell'ultima specie della fauna di Rancho la Brea? Il gruppo di Ho ottenne un'età di circa 13000 anni.

Le ossa della megafauna americana sono abbastanza recenti da poter essere datate con il metodo al radiocarbonio (generalmente più preciso rispetto alla tecnica OSL o a quella della racemizzazione degli amminoacidi). I margini di incertezza di queste datazioni sono inferiori a 100 anni, ben diversi da quelli (anche di migliaia di anni) delle datazioni della megafauna australiana. Tuttavia ciò che le datazioni americane guadagnano in *precisione* può essere perso in *accuratezza*, a causa del problema della calibrazione dell'orologio del radiocarbonio al tempo dello Younger Dryas (pp. 151-152), che rientra proprio all'interno del periodo critico: durante tale periodo, infatti, vi furono forti oscillazioni della concentrazione di radiocarbonio nell'atmosfera.

Ma anche in America, come in Australia, la politica ci mette lo zampino. Uno studioso di etnia amerindia, come Vine Deloria, oggi

---

scomparso, affermò nel suo libro *Red Earth, White Lies* (Terra rossa, bugie bianche) che “gli Indiani d’America, come regola generale, si sono veementemente opposti alla dottrina che sostiene la migrazione attraverso lo Stretto di Bering perché non riflette nessuna delle memorie o delle tradizioni tramandate dagli antenati nell’arco delle generazioni”, e che “chiamare in causa la teoria dell’estinzione è un buon modo per sostenere una depredazione continua dell’ambiente suggerendo l’idea che gli esseri umani non sono mai stati rispettosi delle terre sulle quali vivevano”. Questi commenti riecheggiano quelli dell’archeologo australiano David Horton, che nel suo libro *The Pure State of Nature*, scrive: “Se le estinzioni sono state provocate dagli esseri umani, allora non dovremmo guardare all’attuale ambiente australiano come a un sistema naturale da preservare”.

Eppure la ricerca nelle Americhe continua, nonostante tutto. Alcuni scienziati *leggono* lo sterco di una specie estinta, mentre altri *leggono* le ossa di una ancora esistente. Altri ancora stanno cercando le tracce di una causa extraterrestre per spiegare la catastrofe dell’estinzione.

# L'odore del passato

Circa 13400 anni fa, un grosso bradipo terricolo di passaggio in una grotta calcarea del Nevada ci ha lasciato un biglietto da visita: un'enorme palla di sterco. L'animale, che probabilmente si era rifugiato nella grotta per dare alla luce il suo piccolo, era un *Nothrotheriops shastensis*, una delle trenta specie di bradipi terricoli che si estinsero in America nel tardo Pleistocene. Con un peso di circa 500 chilogrammi, i bradipi di Shasta non erano spettacolari come i loro parenti giganti, che arrivavano a 3 tonnellate, ma erano comunque imponenti rispetto alle cinque specie di bradipi, tutti arboricoli e pesanti meno di dieci chili, che si possono osservare oggi nelle foreste tropicali. Sebbene non godano del prestigio di tigri dai denti a sciabola, cavalli, cammelli, mammut o orsi dal muso corto, sono ugualmente, grazie alle informazioni contenute nelle loro onnipresenti palle di sterco, tra gli animali più studiati tra i quaranta generi della megafauna estinta americana.

I bradipi terricoli, che avevano le dita delle zampe anteriori ricurve, erano goffi e lenti; per difendersi dai molti predatori delle Americhe, si affidavano soprattutto ai diabolici artigli anteriori, alla stazza possente e alle placche ossee sottocutanee. Il bradipo terricolo gigante, tenendosi ben ritto sulle zampe posteriori per mangiare le foglie degli alberi, poteva arrivare fino a quattro metri di altezza, mentre i bradipi di Shasta potevano arrivare a due metri e mezzo. Come i loro cugini ancora viventi, i formichieri e gli armadilli, avevano cervelli un po' ridotti rispetto alla dimensione dei loro crani.

Questi animali si sono evoluti in Sud America, avventurandosi a nord solo dopo la chiusura dell'istmo di Panama, tra 3 e 3,5 milioni di anni fa. Furono le ossa di bradipi giganti estinti trovate a Bahia

Blanca in Argentina a ispirare Darwin durante il suo viaggio con il *Beagle*, convincendolo che le specie sono instabili.

Negli ambienti aridi, come quello della grotta di Gypsum Cave nel Nevada, le palle di sterco dei bradipi si sono seccate e solidificate, resistendo per centinaia di migliaia di anni e trattenendo al proprio interno tracce di polline, in grado di fornire non poche indicazioni per comprendere lo stile di vita dell'animale e l'ambiente in cui viveva. Dal momento che non si sono fossilizzate, si prestano bene alla datazione al radiocarbonio e all'analisi del DNA. Con un diametro tra 11 e 18 centimetri, le caratteristiche palle marroni, che si è soliti chiamare elegantemente *coproliti*, sono "a prima vista incredibilmente uniformi". In un'intervista David Steadman, paleontologo presso l'Università della Florida, ha affermato che se, in America, ci si fosse riferiti a qualcuno con l'epiteto *palla di sterco di bradipo* – cosa che peraltro non raccomandava a nessuno di fare – "si sarebbe evocata un'immagine tridimensionale che sarebbe stata immediatamente chiara a chiunque". È uno dei pochi al mondo ad aver sentito l'odore degli escrementi di un animale estinto, ma si schermisce quando si parla della distinzione olfattiva, affermando di essersi appoggiato all'enorme esperienza di Paul Martin e altri colleghi. Questo "odore dal passato" si sprigiona quando Steadman fa rinvenire la palla di sterco con acqua prima di setacciarla per recuperare il materiale botanico.

L'analisi del DNA sugli escrementi del bradipo di Shasta della grotta di Gypsum, condotta dal gruppo di Heindrik Poinar, dimostra che questi animali dalla folta pelliccia avevano un antenato recente in comune con un bradipo arboricolo ancora esistente e non con un altro, suggerendo che lo stile di vita arboricolo dei bradipi odierni si sia creato per ben due volte, in un caso di evoluzione convergente. Steadman afferma che i loro molari non possedevano smalto, quindi questi animali non erano in grado di masticare i fitoliti – gli affilati cristalli di silice presenti nell'erba – ma potevano mangiare in pratica tutte le foglie disponibili.

Con il metodo al radiocarbonio sono stati datati circa 100 campioni di escrementi di bradipo provenienti dalle aride grotte dell'America sud-occidentale. Nel 2005 Steadman e i suoi colleghi, compreso Paul Martin, hanno confrontato "le date dell'ultima presenza" dei bradipi di Shasta del Nord America con quelle delle altre specie di bradipi terricoli del Sud America e dei bradipi terricoli e

arboricoli delle Indie Occidentali. Le datazioni al radiocarbonio, riportate su *Proceedings of the National Academy of Sciences*, sono state ottenute su palle di sterco e su ossa provenienti dall'America continentale e su ossa provenienti da Cuba e Hispaniola. Gli scienziati volevano scoprire se l'epoca dell'uscita di scena di questi animali coincideva con il cambiamento climatico, che si era verificato alla fine dell'ultima glaciazione, oppure con l'arrivo degli esseri umani in queste regioni.

I bradipi terricoli sparirono 13 000 anni fa dall'America del Nord, sopravvissero un po' più a lungo nell'America del Sud, resistendo nelle Indie Occidentali fino a 5000 anni fa. Questa tempistica coinvolge l'uomo nella catastrofe, poiché le fasi dell'estinzione coincidono con l'arrivo e la diffusione delle popolazioni umane, che giunsero nel Nord America attraverso l'istmo di Bering, penetrarono nel Sud America circa 1000 anni dopo, per raggiungere infine le Indie Occidentali verso la metà dell'Olocene.

Se la responsabilità fosse da attribuire solo ai cambiamenti climatici globali, i bradipi delle Indie Occidentali sarebbero scomparsi insieme alle loro controparti continentali, hanno concluso gli scienziati. L'analisi condotta sulle palle di sterco ha inoltre mostrato che il clima non avrebbe mai potuto impedire ai bradipi di continuare a sopravvivere nei loro tradizionali ambienti. Le stesse piante, infatti, crescono oggi come allora, quindi non è plausibile che le loro fonti di nutrimento siano state distrutte da cambiamenti climatici.

Ma le ricerche condotte sul DNA fossile di una specie sopravvissuta all'estinzione ci raccontano una storia diversa.

# Bisonti

Sulle pendici di una collina nei pressi di Dawson, nel territorio canadese dello Yukon, i cercatori d'oro devono rompere uno strato ghiacciato per arrivare al prezioso minerale racchiuso nelle profondità del terreno. Agli occhi degli scienziati c'è qualcosa di più prezioso sotto la superficie del permafrost: ossa di megafauna che non vedono la luce del giorno da decine di migliaia di anni. Le ossa sbucano da blocchi di fango ghiacciato scavati dalla collina: un blocco vola in aria e travolge un pino abbattendolo, mentre il gruppo internazionale di scienziati – tra i quali vi è lo specialista di DNA fossile Alan Cooper, oggi all'Università di Adelaide – si ripara sotto il tettuccio di un bulldozer. Altri blocchi finiscono invece nel torrente, dal quale gli scienziati cercano pazientemente di ripescarli.

Questo rituale si ripete ogni anno durante le lunghe giornate dell'estate sub-artica, in cui le temperature, che in inverno possono scendere a 50 gradi sotto zero, risalgono fino a 20 gradi. I cercatori d'oro, che un tempo rimanevano un po' straniti da quei cervelloni così attratti dalle ossa antiche, si sono ormai abituati alla loro presenza, e adesso gli permettono persino di usare il loro idrante per gli scavi più delicati. Alcuni di loro sono stati addirittura contagiati dalla passione per la paleontologia.

Il permafrost preserva il DNA per centinaia di migliaia di anni, e gli scienziati, che vi scavano cercando informazioni sul passato profondo, hanno concentrato la loro attenzione sulla Beringia. Il gruppo ha recuperato dal suolo beringiano tracce di DNA di piante risalenti a un periodo compreso tra 300000 e 400000 anni fa, insieme al DNA di bisonti, mammut e cavalli. Il permafrost ha inoltre fatto emergere un animale strettamente imparentato con il bue muschiato, mai rinvenuto in nessun altro *record* fossile.

Il DNA prelevato dai fossili del sito dello Yukon è stato al centro di estese ricerche pubblicate su *Science*, dirette a ricostruire l'albero genealogico del bisonte e a rintracciarne i mutamenti demografici. Gli scienziati hanno estratto e datato il DNA di 190 bisonti fossili provenienti dallo Yukon, dall'Alaska, dalla Siberia, dalla Cina e dalla parte centrale del Nord America. Hanno anche organizzato una spedizione nel reparto macelleria del supermercato per procurarsi campioni delle due sottospecie americane ancora esistenti, il bisonte delle pianure e quello dei boschi, che raggiungono i 2 metri di altezza e pesano fino a 900 chili.

Gli studiosi che hanno condotto queste ricerche facevano parte dell'Henry Wellcome Ancient Biomolecules Centre dell'Università di Oxford, una delle poche strutture al mondo dedicate allo studio del DNA fossile. Il laboratorio più noto è quello di Svante Pääbo presso l'Istituto Max Planck di Lipsia, ma il centro di Oxford – che ha estratto il DNA di alcune celebrità (compresi i Vichinghi e diversi antichi ominidi) – è stato spesso oggetto di attenzione da parte dei media. Cooper, che parla con la franchezza un tempo abituale in ambito scientifico, ha oggi fondato un laboratorio rivale: l'Australian Centre for Ancient DNA (ACAD) presso l'Università di Adelaide. Come la maggior parte degli scienziati, egli non sempre apprezza l'invadenza dei media, tanto che una volta, nel laboratorio di Oxford, piazzò in primo piano un tostapane dall'aspetto fantascientifico, per prendere in giro la troupe della BBC che si apprestava a riprendere le sue apparecchiature hi-tech per il sequenziamento del DNA.

I laboratori per lo studio del DNA fossile sono stati concepiti per evitare la contaminazione dei microscopici campioni con materiale genetico proveniente dai ricercatori stessi o da altri campioni. La contaminazione, infatti, è stata la piaga delle ricerche condotte in questo campo fin dai primi anni Ottanta, quando proprio un problema di contaminazione impedì di portare a termine alcune ricerche sul sequenziamento di un frammento del genoma del quagga, un animale simile alla zebra estinto dal XIX secolo. Questi laboratori sono isolati dagli altri locali in cui hanno luogo ricerche genetiche e hanno gradienti di pressione positivi per evitare l'intrusione di polline e polveri. L'équipe segue un protocollo igienico del tutto simile a quello adottato nei reparti ospedalieri di malattie infettive. Il materiale portato all'interno dei laboratori viene anche *irradiato*

con luce ultravioletta per distruggere il DNA proveniente da altre fonti, come l'urina dei topi del magazzino. Cooper osserva che anche questo è un aspetto che incuriosisce particolarmente i visitatori del laboratorio, "soprattutto quelli che seguono i serial sulle investigazioni della polizia scientifica, che si aspettano di trovarci a lavorare in uno scenario buio con le luci blu". Nell'ambiente sterile della loro *clean room*, Cooper e la collega Beth Shapiro sono equipaggiati di tutto punto con camici, mascherine da chirurghi e guanti, pronti per estrarre il DNA da campioni di ossa del peso di mezzo grammo.

Lo scopo degli scienziati era isolare il DNA dai mitocondri, le minuscole strutture esterne al nucleo cellulare che forniscono energia alle cellule. Queste "centrali di energia" metabolica hanno iniziato la loro carriera, più di un miliardo di anni fa, come batteri che intrattenevano una relazione simbiotica con altre primitive forme di vita, cedendo energia in cambio di un solido tetto sulla testa. I mitocondri hanno un proprio genoma separato, di forma circolare, che contiene le istruzioni necessarie per la complessa serie di reazioni che converte gli alimenti in energia. Il DNA mitocondriale (mtDNA) è ereditato dalla madre, contrariamente alla maggior parte del DNA nucleare, in cui i geni paterni e materni sono mescolati in un processo chiamato ricombinazione (con l'eccezione del cromosoma Y, trasmesso per via paterna).

Il codice del DNA mitocondriale è scritto con lo stesso alfabeto di quello nucleare: A, C, G e T, ovvero adenina, citosina, guanina e timina, le basi chimiche allineate lungo i filamenti a doppia elica della molecola del DNA, su una struttura di fosfato e desossiribosio. Ogni base su un filamento è legata alla base complementare sull'altro tramite un legame debole a idrogeno, secondo *coppie fisse*: A è sempre legata a T, e G a C. Il DNA mitocondriale muta più rapidamente di quello nucleico, e fornisce così un segnale preciso che i genetisti utilizzano per misurare la variazione genetica tra gli individui o tra le popolazioni o al trascorrere del tempo.

Il DNA può sopravvivere per oltre 50000 anni nelle ossa o nei denti. Anche gli escrementi fossili sono considerati oggetti di studio tra i genetisti, proprio perché racchiudono il DNA dell'animale – derivante dalle cellule dell'intestino – e quelli degli alimenti di cui si nutriva e dei suoi eventuali parassiti intestinali. Inoltre animali come il bradipo terricolo, che usavano toilette in comune, fanno

umentare le probabilità di riscoprire *interi popolazioni*, come afferma entusiasta Cooper. Vi sono comunque altre fonti di DNA, come peli, sedimenti e ghiaccio. Il DNA però si degrada, specie negli ambienti caldi e umidi, principalmente per idrolisi (una reazione chimica con l'acqua) o per ossidazione, e gli esperti di DNA antico possiedono solo dei frammenti su cui poter condurre le ricerche. I calcoli biochimici mostrano che il DNA dissolto nell'acqua si degrada così rapidamente da non lasciare nessuna molecola intatta dopo 5000 anni. Dal momento che i genomi mitocondriali sono presenti in ogni cellula in un maggior numero di copie, è più probabile trovare geni mitocondriali piuttosto che geni nucleari; per questo motivo la maggior parte degli studi sul DNA antico è incentrata sui mitocondri.

Gli scienziati hanno amplificato il mtDNA del bisonte tramite la reazione a catena della polimerasi (PCR), un metodo sviluppato nei primi anni Ottanta dal chimico americano Kary Mullis per ottenere copie multiple di frammenti di DNA, se non addirittura di geni specifici. Prima del sequenziamento, hanno sottoposto il DNA a clonazione, una procedura standard per individuare le contaminazioni causate da persone che hanno maneggiato il materiale, nonché per individuare i *miscoding* del DNA, un tipo di danno *post mortem* per effetto del quale una base si sostituisce a un'altra, simulando una mutazione e confondendo i filogenetisti.

Mettendo a confronto vari profili del DNA di bisonte, relativi alla stessa epoca e raccolti in diverse regioni, Cooper e colleghi sono riusciti a ricomporre alcuni rami dell'albero genealogico della famiglia del bisonte e a riunirli in un'unica genealogia del Pleistocene, svelando alcuni preziosi dettagli dell'intricato passato di questo animale. Sono riusciti a individuare i punti in cui i rami divergevano calibrando l'orologio molecolare del bisonte a partire direttamente dalle ossa, utilizzando le datazioni al radiocarbonio e le sequenze del DNA per osservare con quale velocità si accumulassero le mutazioni all'interno del genoma. Il metodo, possibile solamente da quando gli scienziati hanno scoperto il modo per estrarre il DNA dalle ossa antiche, si allontana dai primi calcoli dell'orologio molecolare ed è anche più preciso. Gli studi precedenti si limitavano a contare le mutazioni del DNA moderno in due specie strettamente imparentate che si erano discostate dal loro antenato comune in un'epoca stimata a partire da dati fossili approssima-

tivi. Una delle lacune di questo metodo era effettivamente l'incertezza che aleggiava sia sulla tassonomia dell'antenato comune, sia sulla stima dell'epoca in cui era vissuto.

Uno studio condotto da Simon Ho dell'Università di Oxford, che mostrava che il tasso di mutazione del DNA mitocondriale non appariva costante nel tempo, fece scattare l'allarme riguardo ai calcoli dell'orologio molecolare basati sul DNA moderno. Il gruppo dimostrò, infatti, che il tasso di mutazione rilevato sembrava accelerare man mano che ci si avvicinava all'epoca moderna. Ciò suggerisce quindi che i calcoli dell'orologio molecolare siano superati, soprattutto quando riguardano il passato recente.

Il gruppo che si stava occupando dell'analisi del DNA del bisonte scoprì che il codice delle basi ACGT cambiava secondo un ritmo del 32% su un milione di anni, e che l'antenato comune per via materna più recente di tutti gli animali presi in considerazione era vissuto nel Nord America circa 136000 anni fa. I geni viaggiarono quindi tra l'Asia e il Nord America attraverso l'istmo di Bering, finché le calotte glaciali non isolarono le popolazioni del nord e quelle del sud durante l'ultima glaciazione. I gruppi si incrociarono nuovamente dopo che i ghiacciai iniziarono a ritirarsi intorno a 16000 anni fa circa, ma furono nuovamente separati dall'innalzamento del livello del mare alla fine del Pleistocene, 12000 anni or sono. Fiorirono foreste di abeti rossi in tutta l'Alberta, mentre le torbiere del Canada occidentale e nord-occidentale innalzavano barriere ecologiche. Allo stesso tempo, gli alberi e gli arbusti invasero le praterie della Beringia che avevano nutrito il bisonte.

Le grandi popolazioni collezionano più mutazioni del DNA rispetto a quelle numericamente ridotte, quindi la diversità genetica di un gruppo è legata alla dimensione della sua popolazione. Per ricavare dai dati genetici i dettagli sulle dinamiche e sulle dimensioni delle popolazioni, sono necessarie sofisticate simulazioni al computer, analoghe a quelle impiegate negli studi ecologici e in quelli epidemiologici per seguire l'evoluzione dei virus. Dietro a questi modelli c'è una spaventosa quantità di matematica. Se durante un party qualche scriteriato chiedesse "Di cosa ti occupi?" a uno dei guru delle modellizzazioni, rischierebbe di subire un estenuante monologo sulla ragione per cui il *Bayesian skyline plot* sia meglio del normale *skyline plot* per individuare il modello demografico più appropriato da inserire in un modello coalescen-

te. I programmi di calcolo usati per il bisonte si sono inoltre scontrati con un problema che aveva tormentato tutti i precedenti studi condotti sul DNA antico: in che modo è possibile capire se le popolazioni antiche crescevano, diminuivano o rimanevano numericamente costanti?

Il gruppo mise in pratica i nuovi modelli sulle sequenze del DNA provenienti soltanto dalle moderne linee di discendenza del bisonte per vedere se questi risultati erano consistenti con alcuni fatti storici. I modelli identificarono correttamente una grave diminuzione della popolazione alla fine dell'Ottocento, quando la carabina Winchester a ripetizione manuale era alla portata di tutti. Applicata a tutte le sequenze del DNA del bisonte, la modellizzazione suggeriva inoltre un boom della popolazione in un dato momento del passato, accrescimento causato da fattori climatici. La popolazione della Beringia raggiunse un picco di diversi milioni di animali nell'OIS 3, tra 60 000 e 30 000 anni fa, prima di precipitare mentre il pianeta si stava avviando verso la fase più fredda dell'ultima era glaciale, migliaia di anni prima che i cacciatori di Clovis entrassero in scena. La popolazione dei bisonti subì la più drastica diminuzione circa 11 600 anni fa, poco dopo l'arrivo delle popolazioni umane, scendendo a diecimila individui circa per poi aumentare rapidamente, ma senza mai raggiungere neanche lontanamente i livelli del Pleistocene.

I genetisti erano dunque riusciti a ottenere la prima evidenza certa dell'impatto climatico sulla megafauna. Queste scoperte vennero in seguito avvalorate da ricerche paleontologiche su mammut e cavalli.

Se altre specie hanno incontrato problemi analoghi a quelli del bisonte, forse i fattori climatici potrebbero averle indebolite a tal punto da non riuscire a superare l'impatto del nuovo e astuto predatore. Argomenti simili sono stati avanzati anche per l'Australia e, secondo Cooper, il dibattito è passato dalla distinzione tra le responsabilità umane e quelle climatiche alla quantificazione dei contributi relativi dei due fattori. Cooper e il collega Jeremy Austin del laboratorio ACAD, famoso per il suo studio che dimostra che il DNA non sopravvive negli antichi insetti preservati nell'ambra, hanno iniziato studi simili in altri continenti, tra i quali l'Australia.

Le ossa depositate nel permafrost sono le ultime tracce dell'originario bisonte beringiano, poiché gli animali si estinsero nella

regione qualche centinaio di anni fa senza lasciare discendenti diretti. Tuttavia, ogni estate, nel Parco Nazionale di Yellowstone si sentono tonfi sordi e cupi. Sono i bisonti nell'atto di cozzare testa contro testa, poiché i maschi si danno battaglia per battere gli avversari e tramandare i propri geni. Come la maggior parte degli animali di grande stazza, i bisonti si riproducono lentamente, e i cuccioli impiegano nove mesi per venire alla luce. I bisonti vivono ormai protetti all'interno di riserve, in branchi numericamente sufficienti per garantire loro un futuro. Altri sono invece nei ranch, per fornire bersagli ai cacciatori o per rifornire il mercato della carne con le loro proteine magre, meno nocive per il cuore.

Tuttavia, gli animali vivono ancora tempi duri. In Alaska le compagnie petrolifere e gli ecologisti si sono duramente fronteggiati durante una campagna che proponeva la reintroduzione della specie in queste regioni. Alcuni politici si sono opposti, e il governo ha dato l'ordine di abbattere gli animali che attraversavano la frontiera canadese. Le ricerche genetiche smentiscono, però, uno dei principali argomenti contro la reintroduzione della specie, cioè che il bisonte originario dell'Alaska appartenesse a una specie diversa da quella dei bisonti moderni. Il raffronto dei dati genetici di 15 gruppi – classificati dai paleontologi come specie distinte sulla base della morfologia delle ossa – non è stato in grado di dimostrare che questi gruppi abbiano cessato di accoppiarsi. In base a uno studio condotto sul DNA fossile, il bisonte moderno, che un tempo si pensava appartenesse al ceppo beringiano recente, discende dalle mandrie che vivevano a sud dei ghiacci prima dell'ultima glaciazione. Il suo lignaggio diverge quindi da quello dei bisonti beringiani vissuti tra 64000 e 83000 anni fa. I paleontologi erano stati estremamente categorici nei loro schemi tassonomici, identificando specie separate e sottovalutando l'entità della variazione individuale all'interno di una specie nel tempo e nello spazio. I genetisti, invece, tendono a includere i diversi tipi di bisonte in un'unica specie e Cooper ha anche criticato il numero delle diverse specie introdotte per cavalli e leoni.

Come è potuto sopravvivere il bisonte, mentre la maggior parte dei suoi contemporanei di stazza imponente è scomparsa? Nonostante fosse bruscamente diminuita, la variazione genetica del bisonte era partita da una base molto estesa. La ricerca ha rivelato un'elevata diversità mitocondriale nel bisonte antico, riflettendo la

grande dimensione delle sue popolazioni e confermando quello che i difensori dei diritti degli animali hanno sempre sostenuto, e cioè che ogni bisonte era un individuo. Almeno una parte di questa diversità si rispecchiava probabilmente nel genoma nucleare, che codifica le caratteristiche sia fisiche sia comportamentali. In realtà, è stata la variazione individuale della specie che ha contribuito a complicare la tassonomia e a preoccupare i paleontologi, che per anni si sono scontrati su quest'aspetto. Forse tra questi bestioni irsuti e dalla barba scura vi erano abbastanza esemplari con tutte le carte in regola – dotati, per esempio di una grande mobilità – in grado di riuscire a sopportare ripetuti shock; d'altra parte ciò che fece alternativamente crescere o diminuire il numero degli esemplari fu forse lo stesso fattore che invece cancellò definitivamente altri grandi animali.

Alcuni ricercatori americani attribuiscono il disastro ecologico che ha colpito i bisonti all'evento climatico denominato *Younger Dryas*, così chiamato perché in quel periodo le foreste della Scandinavia furono sostituite dalla tundra, nella quale cresceva *Dryas octopetala*, pianta tuttora presente nell'Artico e in molte regioni montuose oltre i 1000 metri di quota.

Il grande freddo colpì nel bel mezzo di un periodo di riscaldamento dopo l'ultima glaciazione. Tracce di questo fenomeno ven-



*Dryas octopetala*

nero ritrovate negli anni Trenta e Quaranta nel polline fossile contenuto nelle varve dei laghi e nelle torbiere della Svezia. La datazione al radiocarbonio e il numero degli strati annuali delle carote di ghiaccio della Groenlandia hanno permesso agli scienziati di datare lo Younger Dryas a un'epoca compresa tra 12900 e 11600 anni fa. Gli scienziati si interrogano ancora sulla sua estensione geografica, ma lo Younger Dryas ha lasciato un'impronta più visibile nelle regioni continentali vicino al Nord Atlantico. Durò circa un millennio, dopo il quale, nel giro di vent'anni, le temperature aumentarono considerevolmente.

L'oceanografo Wally Broecker, del Lamont-Doherty Earth Observatory di New York, afferma che sono stati i cambiamenti nelle correnti oceaniche a causare lo Younger Dryas. I ghiacciai iniziarono a ritirarsi circa 14000 anni fa, e le acque dolci rilasciate dal loro scioglimento si accumularono nelle zone interne del Nord America. In seguito, circa 12900 anni fa, dopo un ulteriore ritiro dei ghiacciai orientali, le acque dolci fluirono a est, nella regione che sarebbe diventata quella dei Grandi Laghi, per poi immettersi nell'Oceano Atlantico. Circa diecimila chilometri cubi di acque dolci invasero così l'Atlantico, turbando le correnti oceaniche e fermando il *conveyor belt*, il "nastro trasportatore" che porta calore alle regioni del nord. La situazione durò finché queste grandi quantità di acque dolci continuarono a fluire. Oggi questo nastro trasportatore è di nuovo in movimento e regola la Corrente del Golfo, una corrente calda che scorre verso nord a una profondità di 800 metri. Della stessa portata del Rio delle Amazzoni, la Corrente del Golfo riemerge vicino all'Islanda, rilasciando calore prima di inabissarsi sotto il peso del proprio sale. L'Europa sarebbe molto più fredda se non ci fosse la Corrente del Golfo. Il celebre film *The Day after Tomorrow* (L'alba del giorno dopo) descrive il rischio di un inverno simile a quello provocato dallo Younger Dryas se il riscaldamento globale indotto dall'uomo bloccasse la Corrente del Golfo.

Alcuni scienziati danno una versione ancora più tragica di quella fornita da Broecker per spiegare l'avvento dello Younger Dryas, invocando una vecchia filosofia, il *catastrofismo*, che, dopo essere stata a lungo screditata, sta ora vivendo una seconda giovinezza.

# Impatto cosmico

La mattina del 30 giugno 1908 alcuni pastori di renne, che dormivano nelle tende di un campo vicino al fiume Podkamennaja Tunguska nella Siberia centrale, furono sbalzati in aria da un'enorme esplosione, mentre tutto il paesaggio intorno era investito da una nube di fumo, proveniente dagli alberi in fiamme. In quello stesso momento, gli abitanti di Kirensk, una cittadina a 400 chilometri di distanza, scorsero una gigantesca colonna di fuoco, seguita dalla formazione, all'orizzonte, di un'enorme nube di fumo nero. Un treno della Transiberiana, che viaggiava a 500 chilometri di distanza, fu colpito da detriti incandescenti caduti dal cielo e subito dopo da una pioggia nera. I sismografi di tutto il mondo registrarono le vibrazioni, e le comunicazioni radio delle navi transoceaniche s'interruppero improvvisamente. Eppure il fenomeno venne a malapena notato dai russi.

Soltanto nel 1921, dopo la Rivoluzione d'Ottobre, venne organizzata una spedizione scientifica per studiare l'esplosione di Tunguska. Circa sessanta milioni di alberi furono ritrovati abbattuti al suolo, in un'area di 2150 chilometri quadrati: gli alberi erano per la maggior parte spezzati alla base e carbonizzati; alcuni giacciono lì ancora oggi, tutti allineati nella stessa direzione dall'epicentro dell'evento.

Negli anni Novanta un gruppo di ricercatori italiani ha analizzato gli anelli di accrescimento degli alberi di Tunguska sopravvissuti all'esplosione. Le sferule metalliche presenti nella resina avevano una composizione che suggeriva l'impatto di una meteorite. Microsfere simili di magnetite e vetro furono ritrovate in campioni prelevati dal suolo e dai sedimenti. La potenza dell'esplosione venne stimata tra 10 e 20 megatoni, 1000 volte maggiore di quella della

bomba di Hiroshima. Non vennero ritrovati né crateri d'impatto né frammenti di meteorite, per cui la natura dell'ipotetico corpo cosmico rimane tuttora incerta. Nel 2007 un gruppo italiano dell'Università di Bologna ha suggerito che il Lago Cheko (non lontano dall'epicentro indicato nel 1908 dai sismografi) potrebbe essersi formato nel cratere d'impatto, ma l'ipotesi è ancora controversa.

Per spiegare l'evento di Tunguska sono stati chiamati in causa anche interventi alieni, esplosioni nucleari, effetti dell'anti-materia. Gli studiosi più seri, tuttavia, sono convinti che la deflagrazione sia stata causata da un corpo celeste, esploso a circa dieci chilometri dalla superficie terrestre. Alcuni scienziati ritengono che questa sia la sorte comune degli asteroidi rocciosi con un raggio di diversi metri che penetrano l'atmosfera della Terra a velocità supersonica. Asteroidi carbonacei e comete deflagrerebbero a una quota molto più elevata. Impatti di tale entità a opera di comete o meteoriti avvengono una volta ogni qualche migliaio d'anni.

Potrebbe essere stata una collisione di questo tipo a causare la scomparsa dalle Americhe di oltre 30 generi di mammiferi di grossa taglia alla fine del Pleistocene? Alcuni scienziati ritengono che l'impatto di un corpo celeste sul Nord America, avvenuto circa 12900 anni fa, abbia simultaneamente scatenato Younger Dryas, posto fine alla cultura di Clovis e fatto sparire la megafauna. In alcune relazioni presentate a conferenze scientifiche e in un articolo pubblicato su *Proceedings of the National Academy of Sciences*, un gruppo coordinato da Richard Firestone, del Lawrence National Laboratory di Berkeley, ha portato a sostegno dell'ipotesi della catastrofe provocata da una cometa alcuni indizi desunti da sedimenti provenienti da siti associati alla tecnologia di Clovis, a Younger Dryas e alla megafauna.

Il gruppo ha rilevato in questi sedimenti un'elevata concentrazione di marcatori che caratterizzano gli impatti cosmici, cioè di origine extraterrestre: sferule vetrose, fuliggine, nanoparticelle di carbonio, note come fullereni o *buckyball*, e un elemento "esotico", l'iridio, solitamente presente in quantità elevate negli asteroidi e nelle meteoriti ma raro sulla Terra. Questi materiali erano assenti negli altri strati dei record stratigrafici: le sferule vetrose implicavano una fusione avvenuta a una temperatura superiore a 4000 °C. Questi materiali erano già noti alla comunità scientifica perché rilevati in altri impatti extraterrestri, come quello del limite Cretaceo-

Terziario, che spazzò via i dinosauri, e quello recente dell'esplosione di Tunguska. Le analisi al microscopio elettronico hanno mostrato che le sferule vetrose erano ricche di microdiamanti. I diamanti si formano nelle profondità della terra dove il carbonio è sottoposto a pressioni di oltre 10 tonnellate per centimetro quadrato, condizioni che possono verificarsi sulla superficie del pianeta solo in seguito all'impatto di massicci corpi extraterrestri. Inoltre, all'interno delle *buckyball* – grandi molecole sferiche composte da 60 atomi di carbonio – sono intrappolate tracce di gas nobili, come elio e argon, che hanno rivelato abbondanze isotopiche diverse da quelle dei gas nobili terrestri.

A Gainey, vicino a Chicago, gli archeologi hanno dissotterrato alcune punte di lancia e freccia simili a quelle di Clovis in sedimenti di 12900 anni fa. Il sito ha la più alta concentrazione di marcatori di impatto cosmico, il che fa pensare che Gainey fosse vicina all'epicentro dell'esplosione. Tali marcatori sono emersi anche nei siti più celebri della cultura Clovis, come Murray Springs, in Arizona, e Blackwater Draw, nel New Mexico. Gli stessi marcatori, inoltre, sono stati ritrovati non solo in molti altri siti Clovis, ma anche in siti contenenti resti di megafauna, proprio alla base dello strato risalente a 12900 anni fa, descritto da Vance Heynes, dell'Università dell'Arizona, come un "tappeto nero".

I sostenitori della catastrofe cosmica ipotizzano dunque che nella parte settentrionale del Nord America, presumibilmente nella zona tra l'Ontario e la Hudson Bay, sia esploso un corpo celeste: i marcatori di impatto cosmico, infatti, raggiungono le concentrazioni più elevate nella parte nord del continente, per diminuire gradualmente procedendo verso sud. L'assenza di crateri suggerisce che si sia trattato di una cometa – composta principalmente di ghiaccio, ma contenente anche rocce e carbonio – del diametro di almeno 5 chilometri. Questo corpo celeste esplose probabilmente mentre si stava avvicinando alla superficie terrestre, analogamente a quanto è avvenuto nel caso della cometa Shoemaker-Levy, precipitata su Giove nel 1994.

Secondo il gruppo di ricerca di Firestone, il calore liberato nell'esplosione contribuì ad accelerare lo scioglimento del ghiacciaio Laurentide, peraltro già iniziato alla fine dell'ultima glaciazione. La polvere prodotta dall'impatto rese il ghiaccio più scuro, diminuendo così la quantità di calore che questo rifletteva nello spazio e

accelerandone lo scioglimento. L'enorme ondata di energia fratturò il ghiacciaio – che alla fine del Pleistocene si estendeva verso sud fino all'odierno Michigan – e causò anche l'apertura di canali, che fecero fluire le acque verso est, nel Nord Atlantico, bloccando la corrente oceanica e scatenando Younger Dryas. Secondo il gruppo di Firestone, i furiosi incendi provocati dall'impatto devastarono poi la parte più settentrionale del Nord America, provocando l'estinzione di massa della megafauna.

Molti scienziati non sono d'accordo con questa teoria, giudicando più parsimonioso il modello di circolazione oceanografica di Wally Broecker per spiegare Younger Dryas. Alcuni auspicano un campionamento più ampio dei sedimenti per rintracciare i marcatori di impatto cosmico, osservando che lo strato di fuliggine attribuito all'impatto della cometa è largamente assente dai ghiacci della Groenlandia, la cui datazione è ben consolidata. Altri esperti invitano alla cautela nell'interpretazione delle sferule esotiche: materiali simili di origine cosmica – ricchi di iridio e altri elementi rari – cadono continuamente dagli strati più alti dell'atmosfera.

\*\*\*

Paul Martin, nel suo libro del 2005 *Twilight of the Mammoths* (Il crepuscolo dei mammut), lancia un'idea per risolvere i dilemmi dell'occupazione delle Americhe e dell'estinzione della megafauna:

Negli ultimi quarant'anni gli archeologi australiani hanno fatto arretrare considerevolmente la cronologia del primo arrivo umano fino a giungere a ridosso del limite del radiocarbonio, o addirittura al di là di questa soglia in decine di siti. Al tempo stesso gli archeologi americani, sempre alla ricerca dei percorsi della colonizzazione pre-Clovis, non sono riusciti a individuare nessuna prova solida nei siti nordamericani, che sia unanimemente accettabile dalla comunità scientifica. Questa discrepanza dovrebbe stimolare una revisione radicale. Forse gli archeologi americani alla ricerca dei siti pre-Clovis dovrebbero arruolare un po' di australiani, che finora sembrano capaci non solo di scoprire siti antichissimi, ma persino di essere d'accordo sulle loro età, che precedono di decine di migliaia di anni le punte scanalate e le punte a coda di pesce dell'ultimo periodo glaciale, che rappresentano i più antichi manufatti americani sui quali non vi sono contestazioni.

---

Tuttavia Martin – che ha valutato e approvato la tesi di dottorato di una delle principali oppositrici della sua ipotesi della guerra lampo, Judith Field – non visita l’Australia da vent’anni, e nel frattempo il panorama politico è notevolmente cambiato. Tim Flannery, con la sua tesi dell’uomo cacciatore, è considerato un bersaglio facile. Come Paul Martin, è oggetto di violenti attacchi sia nei media sia in verbose dissertazioni, pubblicate da riviste minori o semi-divulgative.

# Scienza fredda e politica calda

“Nella visione di Flannery, l’Australia preistorica, è popolata da individui maschi e il suo destino appare segnato dai *barbies*<sup>1</sup>, che essi accesero non appena arrivati sul continente. Finita la festa, costoro fecero del loro meglio per riparare stoicamente al disastro che avevano creato”. Così scrive Lesley Head dell’Università di Wollongong in un articolo pubblicato sulla rivista letteraria *Meanjin*. Tim Flannery, autore di ben 27 libri, titolare dell’ambitissima cattedra di Australian Studies presso l’Università di Harvard, nominato Australiano dell’Anno nel 2007, è stato oggetto di questa critica ironica proprio nella madrepatria, insieme ad altri suoi colleghi. L’analisi dell’evidenza scientifica, che suggerisce una responsabilità umana nelle estinzioni, viene spesso liquidata come “teoria dei maschi aggressivi” e l’ipotesi della guerra lampo viene attaccata con il pretesto che sia troppo “maschilista” e che sminuisca il ruolo della donna come procacciatrice di cibo. “La mitologia, sia nella cultura aborigena sia in quella non-aborigena, rappresenta gli Aborigeni come cacciatori di grandi animali”, scrive David Horton nel suo libro *The Pure State of Nature*. “Si tratta di una mitologia prettamente maschile, come sono abitualmente tali mitologie in tutto il mondo [...]. In realtà il nutrimento delle famiglie era assicurato in larga parte dalle donne e costituito da cibi di piccole dimensioni”.

In una visione preistorica ideologizzata, gli scienziati considerano le implicazioni politiche della ricerca, realmente avvertite o solo immaginate, come preoccupazioni legittime. Ma se è vero che la maggior parte delle critiche si scaglia contro l’ipotesi della guerra

<sup>1</sup> In Australia cuocere sul barbeque (*barbie*) durante le feste è considerato compito tipicamente maschile.

lampo, anche le ricerche che sostengono un'indiretta responsabilità umana sono sotto attacco.

John Benson, specialista di ecologia vegetale presso i Royal Botanical Gardens di Sydney, ha affermato che le interpretazioni di Flannery in merito all'"agricoltura del fiammifero" sono state immediatamente fatte proprie da contadini inclini a disboscare le terre. In una lettera indirizzata al *Quarterly Essay*, una rivista della sinistra australiana, Benson ha scritto: "[...] affermazioni semplicistiche pronunciate da scienziati autorevoli come Tim Flannery possono essere strumentalizzate per giustificare l'attuale rovina dell'ambiente australiano". Flannery ha replicato sottolineando di essere stato, come membro del Wentworth Group of Concerned Scientists, uno dei promotori della profonda riforma della legge sul disboscamento nel Nuovo Galles del Sud. Ha invitato quindi Benson a concentrarsi di più sugli aspetti scientifici, evitando "facili frecciate e polemiche".

In un articolo pubblicato sulla rivista australiana di paleontologia *Alcheringa*, Stephen Wroe, Judith Field e Richard Fullagar hanno scritto:

Le interpretazioni sull'estinzione della megafauna sono state manipolate da politici e gruppi di interesse. Qualcuno ha sostenuto che – poiché è ormai "risaputo" che gli Aborigeni australiani spazzarono via rapidamente la megafauna – gli allevatori stanno semplicemente applicando una terapia di sostituzione tramite l'introduzione di mandrie di bovini. Altri hanno usato questo "fatto" per screditare il ruolo di custodi ambientali degli Aborigeni.

Molte critiche non menzionano, però, la parte della tesi di Flannery in cui egli spiega come gli Aborigeni avessero poi raggiunto un equilibrio post-estinzione, proteggendo la flora e la fauna da ulteriori danni fino alla colonizzazione europea. Flannery sta ancora aspettando, comunque, che qualcuno gli porti qualche esempio dell'impatto negativo della sua teoria. Secondo l'emittente australiana ABC, Wroe, che sostiene di essere un osservatore neutrale, ha così commentato lo studio di Magee e Miller sul monzone e sull'estinzione: "Si tratta di un caso indiziario, che può essere gravemente strumentalizzato da gruppi di interesse attivi nella società, dagli ambientalisti fino a chi si oppone al controllo della terra da parte degli Aborigeni".

Secondo un altro capo d'accusa, sostenere un impatto umano nelle estinzioni equivarrebbe a imprimere un marchio d'infamia sugli Aborigeni. In un editoriale su *Quaternary Australasia*, Wroe afferma: "Molti archeologi sono sensibili al fatto che addossare tutta la colpa delle estinzioni preistoriche agli antenati delle popolazioni indigene sopravvissute potrebbe alimentare una certa denigrazione nei loro confronti". Uno scienziato, che vuole restare anonimo, ha però puntualizzato che nulla, nei dati presentati, poteva suggerire una simile intenzione diffamatoria e, nel corso di un'intervista, ha dichiarato: "Tutte le prove dimostrano che queste persone non furono sostanzialmente diverse da tutti gli altri esseri umani del pianeta. La loro preoccupazione principale era fornire riparo e cibo alle proprie famiglie. Credo che vedere le cose in maniera diversa sarebbe razzista. Attività molto localizzate hanno avuto conseguenze drammatiche e largamente imprevedute".

Wroe, d'altro canto, accusa i media di aver fomentato le controversie: "La caccia al colpevole ha caratterizzato da sempre il dibattito sull'estinzione della megafauna, e i dati via via apportati sono stati tipicamente presentati come prove forti a sostegno della causa umana o di quella climatica, tendenza che è stata ulteriormente aggravata dai media, che adorano sguazzare nelle polemiche e nelle semplificazioni". Tuttavia il *Sydney Morning Herald* ha riportato questo giudizio di Wroe a proposito di Flannery: "Il fatto che si tratti di una persona molto conosciuta, non significa che conosca ciò di cui parla. Ho un'immagine piuttosto cinica di Tim. È un opportunista". Judith Field, sempre secondo lo stesso articolo, ha affermato: "Tim non permette ai fatti di rovinare una buona storia". Sempre parlando dello scienziato che ha pubblicato oltre 120 articoli, sottoposti ai controlli incrociati dei *referee*, su svariati argomenti (dalle nuove specie di marsupiali della Nuova Guinea, all'evoluzione delle dimensioni massime degli animali), Judith Field ha aggiunto: "[Flannery] propone una quantità di ipotesi generali, con conseguenze generali, e alcune sono palesemente sbagliate [...] La maggior parte delle nostre ipotesi sono invece verificate con i fatti, e questo è il fondamento del nostro lavoro. Ma quasi tutto quello che sostiene Tim nasce da un preconetto, non si basa su dati oppure li usa in maniera selettiva".

Per quanto riguarda i riflessi politici delle teorie sull'estinzione, lo scenario americano e quello australiano sono talmente simili

che le argomentazioni impiegate in uno dei due continenti potrebbero essere state pensate e scritte nell'altro.

Il *Mammoth Trumpet*, una rivista americana specializzata sui temi della megafauna e della prima occupazione umana delle Americhe, ha pubblicato un resoconto della conferenza "Clovis and Beyond" (Clovis e oltre), svoltasi nel 1999 a Santa Fe, nel New Mexico, che potrebbe essere facilmente scambiato per una prova generale del dibattito del 2001 presso l'Australian National Museum, o del "Quaternary Extinction Symposium" tenutosi in South Australia, a Naracoorte, nel 2005.

A Santa Fe alcuni dei millequattrocento delegati sostennero la tesi di una lunga convivenza tra megafauna ed esseri umani, esonerando questi ultimi da ogni responsabilità nell'estinzione dei grandi animali. Essi accusavano i ricercatori di non aver scavato nei posti giusti o di non aver cercato abbastanza bene i reperti archeologici pre-Clovis. Vance Heynes, dell'Università dell'Arizona, da lungo tempo sostenitore dell'ipotesi "Clovis First" respinse l'accusa: "Quale archeologo degno di questo nome si asterrebbe dallo scavare sotto un livello Clovis solo per via di un preconcetto, secondo il quale non vi sarebbe nessun reperto archeologico? È un'idea assolutamente antiscientifica". Nell'articolo "Fluted projectile points: their age and dispersion" (Punte scanalate da lancio: loro età e diffusione), pubblicato su *Science* nel 1964, Haynes aveva determinato la distribuzione e la datazione dei siti contenenti punte di Clovis e altre punte di lancia.

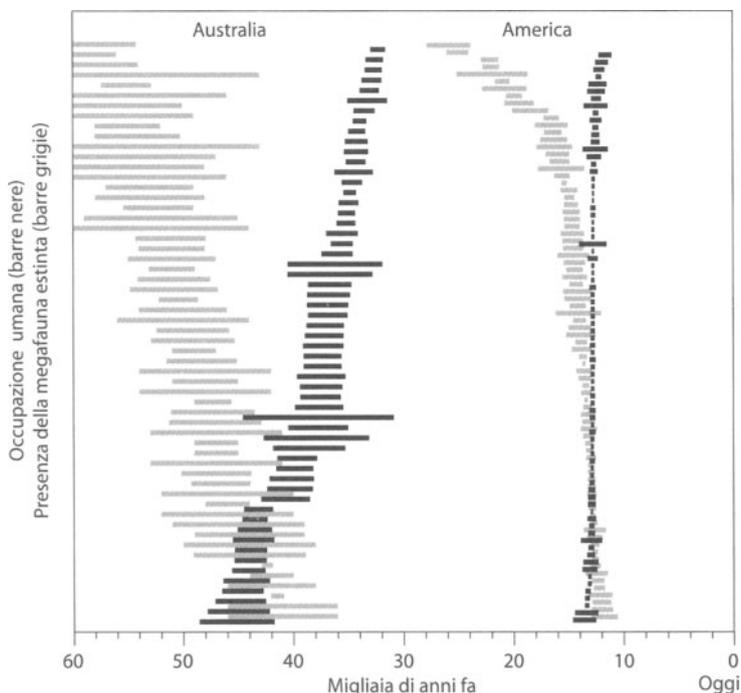
Durante la conferenza "Clovis and Beyond", Alan Bryan, archeologo presso l'Università dell'Alberta, ha affermato che le prove ricavate da Monte Verde e da altri siti primitivi del Sud America indicavano "che il modello Clovis First è stato confutato e che devono esistere siti più antichi nel Nord America". Haynes replicò: "Se la datazione del sito di Monte Verde a 15000 anni è valida, ciò non significa che i siti precedentemente eliminati per mancanza di prove certe, diventino adesso improvvisamente più attendibili. E non significa neanche che i pretesi siti pre-Clovis prima considerati dubbi, adesso lo siano meno".

Joe Watkins, membro del Federal Bureau of Indian Affairs, ha ricapitolato così l'atmosfera della conferenza: "Mi è stato fatto notare, dalla maggioranza degli Indiani d'America a conoscenza di questa conferenza, che io sono l'unico oratore amerindio e che

sono per di più sospetto, dal momento che sono anche un archeologo. Noi – la comunità degli archeologi e quella degli Indiani d'America – siamo legati per la coda come due gatti selvatici, che soffiano e si azzuffano e cercano di colpirsi a vicenda”.

La nemesi di Paul Martin nel mondo accademico è Donald Grayson, dell'Università di Washington. Nel corso di una polemica infuocata, insolita nella letteratura scientifica che ha in genere toni distaccati, Grayson e David Meltzer, in un articolo del 2003 intitolato “A requiem for Noth American overkill” (Un requiem per lo sterminio nordamericano), hanno affermato: “La posizione di Martin è ormai divenuta un'affermazione di principio basata sulla fede più che una posizione scientifica sul passato, un credo che proclama lo sterminio, più che una vera ipotesi scientifica sullo sterminio”. Stuart Fiedel e Gary Haynes, nell'articolo “A premature burial: Comments on Grayson e Meltzer requiem for overkill” (Una sepoltura prematura: commenti sul requiem per lo sterminio di Grayson e Meltzer), accusano di “messinscena teatrale” i due autori che “nonostante la loro encomiabile analisi dei *record* archeologici del tardo Pleistocene, hanno purtroppo commesso numerosi errori, indulgendo in una immotivata retorica *ad hominem* e quindi rappresentando in maniera sbagliata e grossolana il dibattito sullo sterminio della megafauna”.

Alle argomentazioni politiche se ne aggiungono altre del tutto inconsistenti. Una di queste si incentra sull'assenza di “siti di abbattimento” australiani e sulla scarsità di quelli americani, solo quattordici. In un articolo pubblicato su *Nature Australia*, rivista edita in passato dall'Australian Museum, Wroe, Field e Fullagar scrivono: “Per i primi australiani, non si è trovata nessuna prova certa di abbattimenti della megafauna, né armi specificamente destinate a tale scopo; inoltre, i loro antenati immediati quasi certamente non erano cacciatori sistematici di animali di grossa taglia”. Ammettono che non “si sa quasi nulla della cultura dei primi australiani”, eppure proseguono affermando: “Se fossero stati simili agli abitanti di tutte le altre società conosciute delle basse latitudini, la loro dieta avrebbe dovuto essere composta per il 70% circa da alimenti vegetali, mentre la maggior parte del consumo di carne sarebbe stata rappresentata da animali di piccola taglia”. Grayson, la loro controparte americana, afferma: “Dov'è la punta di lancia piantata nel corpo di un cammello o di un bradipo gigante? È inconcepibi-



Date ottenute per l'occupazione umana (*barre nere*) e per la presenza della megafauna estinta (*barre grigie*) in Australia e Nord America. La lunghezza delle barre rappresenta il grado di incertezza delle datazioni. Le date nelle quali la megafauna era ancora presente si estendono molto più indietro nel tempo rispetto al primo arrivo di esseri umani sia in Australia (circa 46 000 anni fa) sia in America (circa 13 000 anni fa)

le che le genti di Clovis abbiano cacciato senza sosta per tutto il Nord America questi animali, oggi estinti”.

Martin sostiene tuttavia che una guerra lampo avrebbe spazzato via le prede talmente in fretta da non lasciare tempo sufficiente perché dei resti fossero incorporati e conservati nei *record* stratigrafici. Flannery non dimentica inoltre di sottolineare il problema della preservazione delle ossa in Australia. Si stanno compiendo alcuni passi verso un'analisi statistica del problema, calcolando il numero di siti di abbattimento che ci si aspetterebbe di trovare se

i grandi animali fossero stati spazzati via in un frenetico delirio venatorio. Nell'articolo "How many elephant kills are 14? Clovis mammoth and mastodon kills in context" (Quanti sono 14 abbattimenti di elefanti? Gli abbattimenti di mastodonti e mammut di Clovis contestualizzati), Todd Surowell e Nicole Waguespack, dell'Università del Wyoming, sostengono che i 14 siti di abbattimento di elefanti noti nel Nord America rappresentano un numero elevato e che "[...] rispetto ai dati del Vecchio Mondo, le popolazioni Clovis sembrano avere sfruttato gli elefanti con una frequenza superiore rispetto a qualsiasi altro luogo e a qualsiasi momento del passato". Il quesito è tuttavia accademico. Siti che contengono ossa ben conservate, come i siti di macellazione del moa gigante osservati in Nuova Zelanda, colonizzata appena 750 anni fa, escludono la possibilità di negare l'evidenza. Ma l'argomento dei siti di abbattimento non può risolvere il dibattito sulle estinzioni continentali. La scoperta di un simile sito in Australia proverebbe semplicemente che i primi australiani uccisero un animale.

Un'altra argomentazione superficiale ruota attorno all'assenza, in tutti i più antichi *record* archeologici australiani, di strumenti litici adatti alla caccia grossa, come le punte di lancia ritrovate invece nei siti Clovis. I sostenitori della teoria della guerra lampo controbattono, però, affermando che le popolazioni primitive avrebbero anche potuto infliggere gravi ferite agli animali con bastoni appuntiti, o spazzare via un'intera specie tramite l'abbattimento selettivo dei più giovani.

Flannery, i cui detrattori provengono sia da circoli "progressisti" sia da gruppi di estrema destra (la comunità neoconservatrice dei blog attacca lo scienziato perché sostiene la teoria del riscaldamento globale di origine antropica), è costernato dal carattere personale degli attacchi che subisce costantemente. "Mi hanno accusato di tutto, persino di essere un violentatore o un razzista", ha dichiarato. "Tutti creano nella propria mente una determinata costruzione dell'altro, e talvolta non si può fare granché per cercare di modificarla, in particolare quando si è un personaggio pubblico. Non sto dicendo che essi [gli Aborigeni] siano stati gli unici ad aver massacrato gli animali. Sto semplicemente dicendo che un comportamento del genere è alla base della natura umana"<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Conversazione con Tim Flannery, 2 aprile 2005.

Martin, dal canto suo, sembra un po' stanco dei continui battibecchi. "Abbiamo assistito al genocidio di venti milioni di persone. Io, tu e i nostri antenati non siamo immuni da comportamenti che aborriamo culturalmente. Siamo una specie capace di uccidere, e molto. Non dovrei dunque considerare anche solo la possibilità che i nostri antenati siano giunti in un continente del tutto sconosciuto e vi abbiano trovato animali estremamente ingenui e incapaci di rispondere a questo nuovo predatore bipede? Solo per una questione di principio ci mettiamo a dire che non è possibile"<sup>3</sup>.

Vance Haynes, nominato "Geoarcheologo del XX secolo" alla conferenza di Santa Fe del 1999, ha avanzato una proposta: "In futuro, le indagini scientifiche di tutti i potenziali siti pre-Clovis dovrebbero includere una valutazione delle prove sul posto, non appena queste vengono scoperte. Gli standard di oggi non dovrebbero essere da meno rispetto a quelli del 1927 di Folsom. È ovvio che, come accade sempre, le prove disponibili e l'interpretazione dei dati diventano più o meno soggettive a seconda dei preconcetti di chi interpreta".

<sup>3</sup> Conversazione con Paul Martin, giugno 2005.

# La scienza delle estinzioni

Nel 2005, la cittadina di Naracoorte, nel South Australia, era entusiasta di essere la sede del “Quaternary Extinction Symposium”. Gli organizzatori avevano assicurato che l'evento, il primo dopo otto anni, avrebbe attirato nel piccolo centro della Limestone Coast, 340 chilometri a sud-est di Adelaide, “studiosi di estinzioni di fama internazionale”.

Le sessioni della conferenza si tennero nello storico edificio che ospita il Municipio e inoltre vennero organizzate visite guidate alle Naracoorte Caves. Paragonare a una cattedrale questo spettacolare complesso di ventisei grotte, dichiarato dall'UNESCO Patrimonio Mondiale dell'Umanità, potrebbe essere un complimento più per Christopher Wren che non per il labirinto di cunicoli calcarei, capace di risvegliare un istinto primordiale che spinge a entrarvi. In queste grotte, nel 1964 Rod Wells, della Flinders University, scoprì fossili di megafauna estinta, e da allora molti scienziati si sono dedicati allo studio dei ricchi depositi di Naracoorte.

Quasi tutti quelli che contavano nel grande dibattito sulle estinzioni della megafauna – paleontologi, geologi, fisici, biologi, geochimici, paleoclimatologi, genetisti e archeologi – erano presenti. Nessun'altro convegno aveva mai attirato una simile varietà accademica, dal momento che i delegati spaziavano dalle *hard sciences* fino a discipline quasi letterarie. Nella cena ufficiale organizzata prima dell'inizio dei lavori, i delegati si distribuirono tra i tavoli a seconda della loro disciplina e fazione. Le autorità locali pronunciarono i soliti discorsi d'occasione, assicurando ai delegati che sarebbero stati ampiamente iniziati alle virtù della regione e, in particolare, al pregiato vino ecosostenibile e all'industria dei “piccoli semi”. La natura di questi misteriosi semini mise in difficol-

tà anche le menti migliori; una volta appreso che i piccoli semi erano quelli dell'erba medica, gli scienziati dovettero convincersi di quanto quest'erba da foraggio importata fosse benefica per l'ambiente.

Quando, il giorno seguente, venne dato il via alla folta lista delle relazioni, i presidenti delle diverse sessioni introdussero affabilmente relatori sui quali, in privato, non avrebbero avuto molte cose carine da dire. Il convegno ebbe inizio come tutti gli altri: i ricercatori illustrarono i risultati ottenuti, ma l'attrito tra due visioni del mondo contrapposte innesco, in men che non si dica, alcuni isolati focolai, che i diplomatici organizzatori dovettero circoscrivere rapidamente. Il vocabolario degli scienziati venne inoltre arricchito da alcuni ricercatori che manifestarono, senza un briciolo di ironia, la propria intenzione di "decostruire" alcuni aspetti del problema delle estinzioni. Avevano imparato un nuovo termine scientifico: "articolazione parziale". Applicato ad alcuni dei reperti di Cuddie Springs, il termine sembrava, pensandoci bene, un po' zen. Gli scienziati appresero inoltre che la parsimonia, che caratterizza la sobria eleganza della scienza, era superata perché troppo semplicistica: c'era stato un mosaico di estinzioni, per ragioni diverse e secondo ritmi disuguali, in tempi e luoghi distanti tra loro. Impararono che concentrarsi troppo sulle datazioni e sulle associazioni temporali, piuttosto che sui contesti archeologici, "portava fuori strada l'intera questione e, di riflesso, l'intero dibattito".

Gli scienziati appresero poi un nuovo metodo scientifico, basato esclusivamente sul voto democratico, dal momento che la maggior parte degli archeologi considerava "estremamente problematiche" le date più antiche per la prima occupazione umana. Questo tipo di approccio – che si allontanava dal protocollo del metodo di ricerca scientifico e dal controllo cui vengono sottoposte tutte le pubblicazioni scientifiche – sarebbe stato ulteriormente sviluppato da Judith Field, che l'anno successivo, tramite un sondaggio, chiese ai frequentatori del forum di discussione Ausarch, cui prendevano parte gli archeologi australiani, se erano davvero convinti che fossero stati gli esseri umani a scatenare le estinzioni dei grandi animali.

I delegati si lanciarono in furibonde discussioni sulla caccia al *Genyornis*, contendendosi siti di abbattimento e brandendo sofistiche armi di pietra. Vennero avanzate ipotesi inverificabili: se que-

gli erbivori giganti potevano difendersi contro un marsupiale carnivoro o un varano gigante, sarebbero stati anche in grado di difendersi dai cacciatori umani! Per non parlare delle teorie sulla cospirazione: il gruppo di Roberts si era concentrato sui resti articolati solo per eliminare le date più giovani.

Gli scienziati vennero inoltre tranquillizzati dalla Field, che assicurò che le datazioni dei reperti di Cuddie Springs tramite ESR erano ormai "imminenti". I delegati riuscirono a essere d'accordo almeno su un punto, cioè sul fatto che il corpus di dati sulle estinzioni era aumentato considerevolmente dall'ultimo convegno di otto anni prima, ma che restava ancora molto da imparare. Nel clima accademico dominante, in cui la legge del "pubblica o muori" era già stata rimpiazzata dal "brevetta o muori", qualcuno si tormentava sulla rilevanza – e sulla commerciabilità – di ricerche che, semplicemente, illuminavano il passato remoto della nostra specie. Qualcuno parlò dell'applicazione delle ricerche sul Pleistocene ai problemi ambientali moderni: riscaldamento globale, distruzione dell'habitat, identificazione delle specie a maggior rischio di estinzione.

Tuttavia, un resoconto sul tentativo del governo del South Australia di reintrodurre una sottospecie del *wallaby tammar*<sup>1</sup> spense qualsiasi ottimismo. Una colonia di questa sottospecie, estinta in Australia fin dagli anni Venti, era stata ritrovata in Nuova Zelanda, sull'isola di Kawau, dove gli animali erano diventati infestanti, dopo essere stati introdotti più di 100 anni prima. L'Australia ne riportò indietro alcuni e diede l'avvio a un programma di allevamento in cattività, prima di lasciarli liberi nell'ambiente. Nel 2004, però, una volpe predò tre dei primi dieci wallaby liberati. Alla conferenza venne riferito che il governo aveva attuato nel contempo un programma per attrarre le volpi con delle esche, ma che alcuni allevatori, probabilmente irritati dalla reintroduzione di un rivale che avrebbe sottratto cibo ai loro animali, avevano fatto fallire questi programmi.

Eppure, la conferenza era stata organizzata prima che le questioni ambientali ritornassero nel vivo dell'agenda politica. La crisi idrica dell'Australia, che si stava aggravando sempre più, e le rive-

<sup>1</sup> Piccolo canguro, che da adulto misura non più di mezzo metro dalla testa alla base della coda.

lazioni del quarto rapporto dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) hanno almeno reso il riscaldamento globale uno degli argomenti della campagna elettorale australiana del 2007<sup>2</sup>.

\*\*\*

Forse gli scienziati non troveranno mai la prova schiacciante che permetta loro di discriminare tra una guerra lampo e una guerra del fuoco. L'arsenale delle armi per la datazione non potrà mai essere così potente. E il ruolo delle forze climatiche regionali, come El Niño, forse non potrà mai essere compreso fino in fondo. Le risposte verranno solo dalla sinergia delle scienze – dai paleoclimatologi e dai geologi, dai chimici alle prese con le analisi degli isotopi stabili contenuti nei denti e nelle ossa, dai genetisti impegnati a confrontare i DNA fossili con quelli moderni, dagli ecologi intenti a perfezionare i modelli dinamici di popolazione e dagli archeologi che vagliano attentamente le sequenze culturali. Ma gli esperti delle datazioni rimangono i pezzi da novanta. Si ripongono grandi speranze nella messa a punto di metodi che coniughino le migliori tecniche della serie dell'uranio, dell'OSL e dell'ESR. E poi, la rivoluzione del radiocarbonio è lungi dall'essere conclusa: la datazione su molecole specifiche sta rapidamente prendendo piede; si compiono passi per far arretrare ulteriormente nel tempo la massima età misurabile e risolvere definitivamente i problemi legati alla calibrazione.

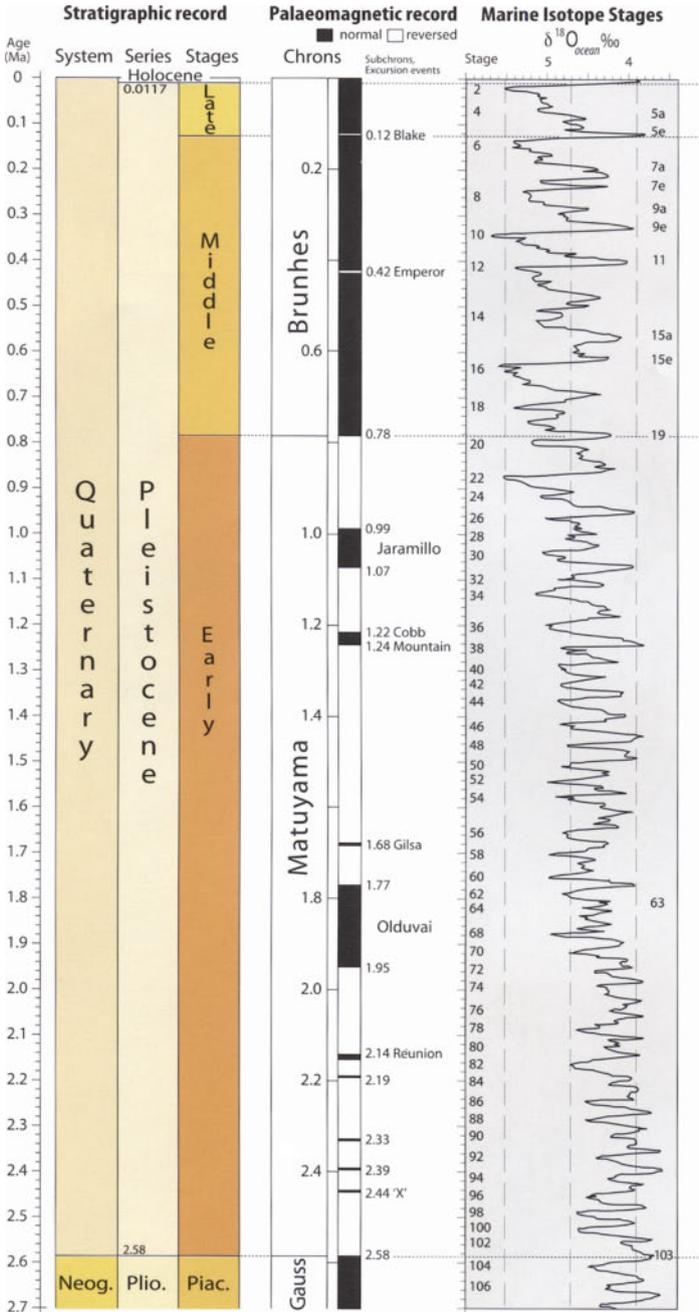
Gli scienziati, teoricamente, sono anche in grado di calcolare le dimensioni delle popolazioni fondatrici. La variazione genetica dei moderni Maori, per esempio, suggerisce che la Nuova Zelanda sia stata colonizzata da circa cento individui. I ricercatori potrebbero inoltre desumere le informazioni demografiche dal DNA antico e moderno con studi simili a quelli condotti sui bisonti americani. Tuttavia, i problemi legati alla conservazione del DNA possono far

<sup>2</sup> Il *Fourth Assessment Report* dell'IPCC pubblicato nel 2007 confermò che era in corso un cambiamento climatico, principalmente a causa delle attività umane. L'Australia è responsabile della più alta emissione pro capite di gas serra tra i paesi sviluppati, con un uso massiccio del carbone per la produzione di energia elettrica. Le elezioni elettorali del 2007 furono vinte dal Labor Party, con forte supporto degli ambientalisti, dopo undici anni di governo conservatore.

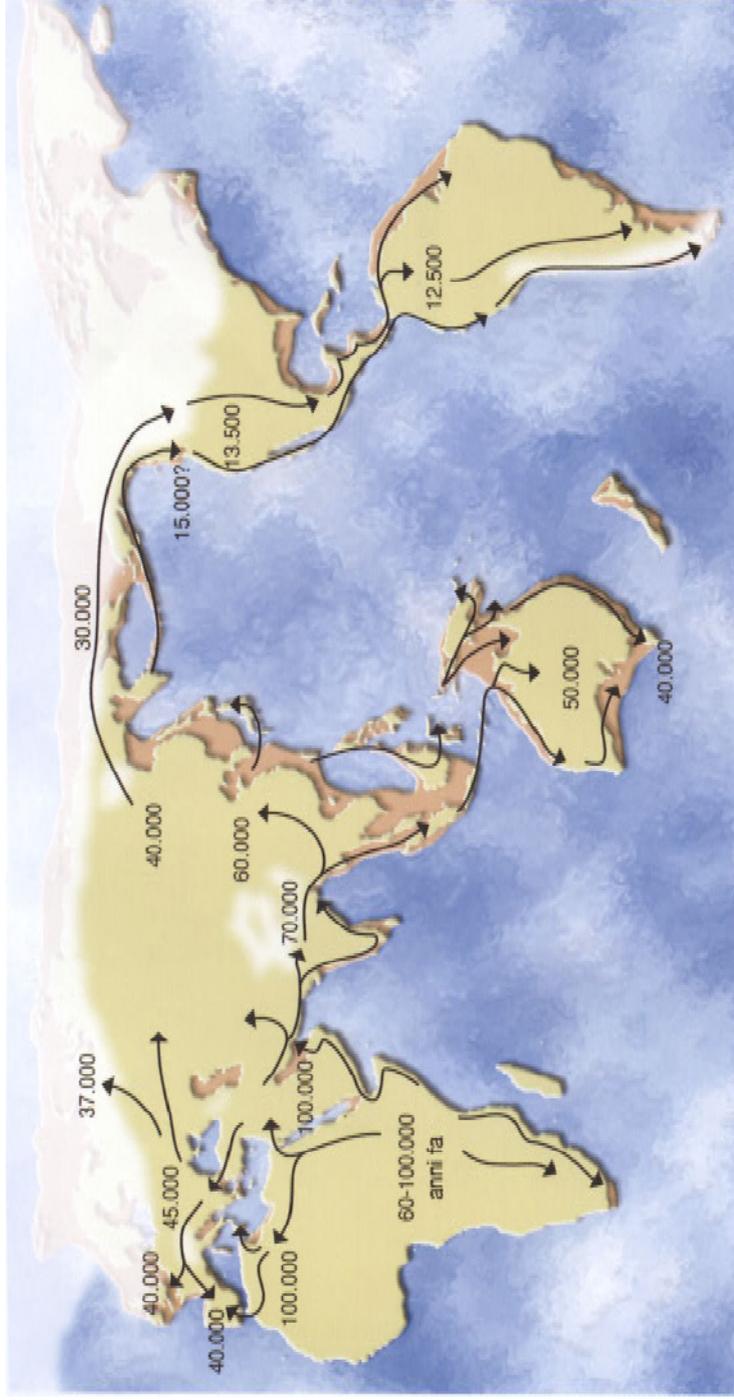
---

sorgere seri ostacoli, e la politica continua a surriscaldare quella specie vittoriosa e distruttiva che è *Homo sapiens*.

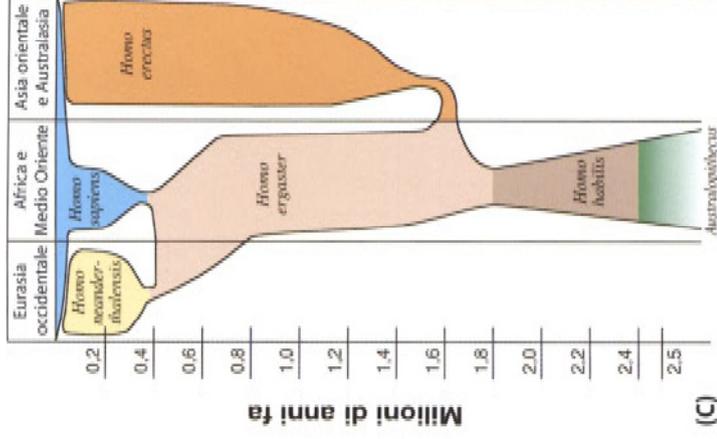
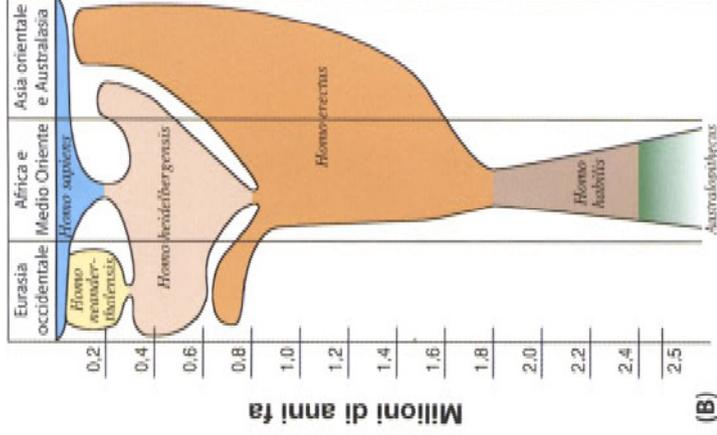
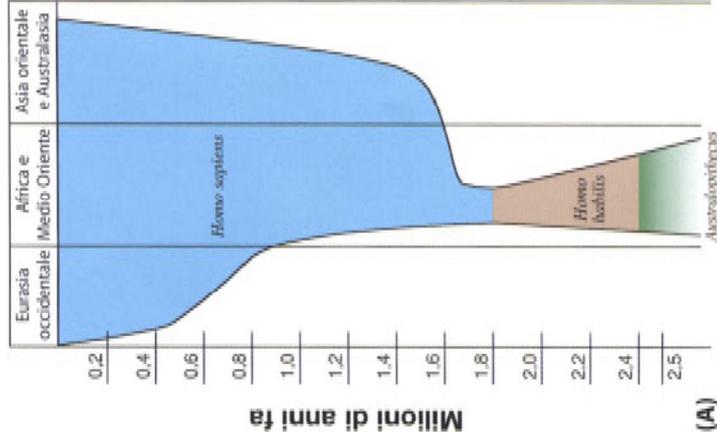
Il suo genoma è stato, infatti, il campo di battaglia dei sostenitori delle due teorie rivali sull'evoluzione degli esseri umani moderni. Gli antichi resti del Lago Mungo e di Kow Swamp sono stati al centro di molte controversie scientifiche nel mezzo di aspre dispute politiche sul rimpatrio degli scheletri.



Correlazione tra record stratigrafici (ICS 2007), paleomagnetici e climatologici (stadi isotopici dell'ossigeno). Vedi anche pp. 20-21, 62-63 e 210. (Schema adattato da [www.quaternary.stratigraphy.org.uk/correlation/chart.html](http://www.quaternary.stratigraphy.org.uk/correlation/chart.html))



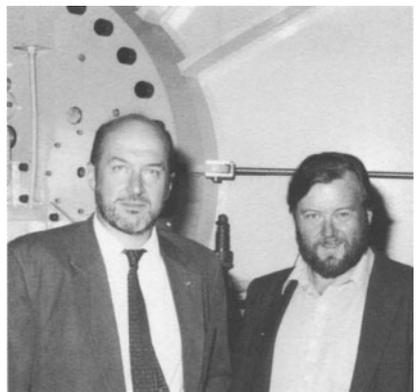
Percorsi ed epoche della diffusione degli umani moderni secondo le evidenze genetiche e archeologiche. Le aree emerse durante l'espansione dei ghiacciai sono colorate in beige e rosa. (Adattato da Douglas Palmer, *The Origins of Man*, New Holland Publishers, 2007)



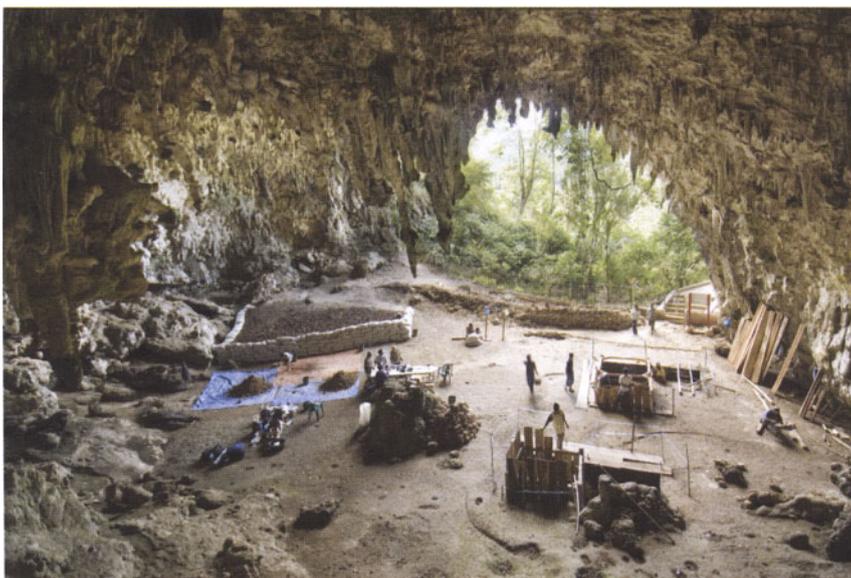
Modelli di evoluzione e diffusione umana. (A) Secondo M. Wolpoff, vi è un'unica specie umana e non vi sono stati eventi di speciazione a partire da circa 2 milioni di anni fa. (B) Secondo G.P. Rightmire, *H. ergaster* africano e *H. erectus* asiatico vanno considerati come un'unica specie. (C) Secondo R. Klein, *H. ergaster* si è evoluto in Africa 1,8 milioni di anni fa e si è presto diffuso in Asia, dove ha dato luogo a una seconda specie, *H. erectus*. (Adattato da R. Boyd, J.B. Silk, *How Humans Evolved*, W.W. Norton and Co., 2000)



Sopra: sito archeologico di Jwalapuram, nell'Andhra Pradesh in India. Claudio Tuniz osserva lo strato di ceneri spesso 2,5 metri prodotto dalla super-eruzione del vulcano Toba 74000 anni fa. (Foto: C. Tuniz, 2007)



A destra: Claudio Tuniz e Rhys Jones presso il laboratorio AMS dell'Australian Nuclear Science and Technology Organisation. (Foto: ANSTO, 1993)



La grotta di Liang Bua, nell'isola di Flores, in Indonesia. I resti di *Homo floresiensis* sono stati trovati nel settore VII, sul lato destro. (Foto: Diuna Ivereigh/Arkenas/indonesiawild.com)



Cranio di *H. floresiensis*. Per la capacità cranica, compresa tra 380 e 420 centimetri cubici, l'appartenenza dell'*hobbit* al genere *Homo* è tuttora in discussione. (Foto: Diuna Ivereigh/Arkenas/indonesiawild.com)



Le *Walls of China* nel Mungo National Park. (Foto: Michael Amendolia, 2005, con autorizzazione dei proprietari tradizionali)



Scavo su grande scala diretto nel 1976 dall'archeologo Wilfred Shawcross dell'Australian National University nella regione del Lago Mungo. (Foto: John Magee)

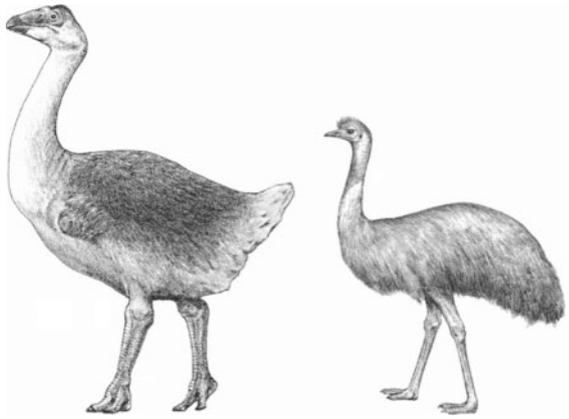


Cranio di un canguro gigante della specie *Protemnodon anak*, risalente a 41000 anni fa, trovato sul monte Cripps in Tasmania. Si tratta del più recente resto di megafauna australiana conosciuto. (Foto: Queen Victoria Museum and Art Gallery)

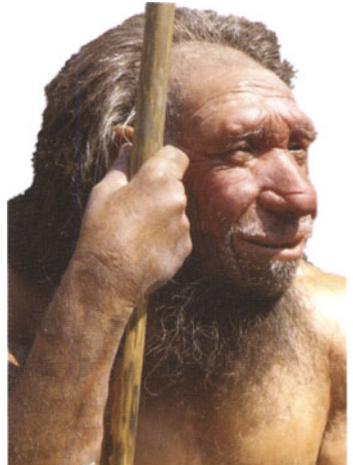


Resti di megafauna trovati nel 2004 in uno scavo diretto dal paleontologo Rod Wells della Flinders University, a Black Creek Swamp, sulla Kangaroo Island. Sono riconoscibili le ossa degli arti posteriori di un canguro grigio ancora esistente e i denti degli erbivori *Diprotodon* e *Sthenurus* e del carnivoro *Thylacoleo*, tutti estinti. (Foto: Richard Gillespie)

A destra: confronto tra l'uccello non volatore estinto *Genyornis newtoni* e l'emù. (Illustrazione: Peter Murray)



Sotto: *Diprotodon optatum*, uno dei marsupiali giganti scomparsi nell'estinzione di massa della megafauna australiana. (Illustrazione: Peter Murray)



Ricostruzione di *H. neanderthalensis*, Neanderthal Museum, Mettmann, Germania. (Foto: Claudio Tuniz)

**Parte terza**

**Origini**

# La guerra dei geni

“La distruzione di Eva” titolava un giornale. Gli scienziati australiani, a quanto pareva, avevano messo a soqquadro le teorie sull’evoluzione umana. Dichiaravano di avere estratto il DNA dallo scheletro dell’Uomo di Mungo, che era stato appena ridatato intorno a 62000 anni fa. Si trattava, affermavano, del DNA più antico mai estratto da un essere umano: il principale concorrente era un Neanderthal croato, più giovane di 20000 anni.

Il gruppo di ricerca, che comprendeva Alan Thorne, fautore della teoria multiregionale, sosteneva che il DNA dell’Uomo di Mungo suggeriva che la sua linea di discendenza materna si fosse discostata dall’albero genealogico degli esseri umani prima di quelle di tutti gli altri individui del pianeta. Nonostante non si parlasse di un’Eva australiana, i risultati pubblicati nel 2001 su *Proceedings of the National Academy of Sciences* rappresentavano comunque, come affermava il gruppo di ricerca, una “seria messa in discussione” della teoria *out of Africa*.

La ricerca, che fece sentire i suoi effetti nell’intera comunità scientifica e occupò le prime pagine dei giornali di tutto il mondo, inasprì le divisioni ideologiche su vari fronti. Gli studi sui resti dell’uomo quasi coevo della Donna di Mungo, e forse suo parente stretto, erano di grande interesse per alcuni Aborigeni, curiosi di scoprire le proprie radici. Ma queste indagini avvenivano proprio nel momento in cui la campagna per il rimpatrio degli scheletri indigeni, sparsi nei musei di tutto il mondo, stava raggiungendo il culmine, provocando controversie sia sugli studi di genetica sia su altre ricerche. Il perpetuarsi delle polemiche attorno agli studi che coinvolgevano antichi resti umani e popolazioni indigene moderne ha segnato la fine di molti grandi progetti di genetica.

I risultati andavano direttamente al cuore della questione dell'identità dei primi australiani, che erano peraltro al centro del dibattito sull'evoluzione umana. Gli antenati degli Aborigeni avevano preso davvero parte al più recente esodo dall'Africa di *Homo sapiens*, o si erano evoluti dal più antico *Homo erectus* in Indonesia o in Cina? Le ricerche condotte sull'Uomo di Mungo hanno inasprito il conflitto tra i sostenitori della teoria multiregionale e quelli della teoria dell'origine africana; la scoperta degli *hobbit* dell'Indonesia sarebbe stata poi l'occasione per rinfocolare la diatriba. L'ominide scoperto nel 2003 a Liang Bua, nell'isola di Flores, era alto solo un metro e aveva il cervello più piccolo di quello di uno scimpanzé: il gruppo di scienziati che lo aveva scoperto lo classificò come appartenente al genere *Homo*. Dal momento che risaliva ad appena 18000 anni fa, questa classificazione turbò lo schema evolucionistico dei sostenitori della teoria multiregionale, perché, a quel punto, risultavano esserci state due specie umane nello stesso luogo e nello stesso periodo. Alan Thorne e il collega Maciej Henneberg dell'Università di Adelaide si schierarono in prima linea negli attacchi alla classificazione dell'*hobbit*.

Gli stessi argomenti hanno avuto una grande eco anche in Europa, dove i Neanderthal sono al centro di un ampio dibattito.

Il modello multiregionale era un tempo il paradigma dominante della paleoantropologia, ma attualmente è una teoria minoritaria, almeno nella sua forma più radicale. I suoi fautori sostengono che *Homo sapiens* si sia evoluto simultaneamente in diverse zone del mondo a partire da alcuni migranti – classificati da alcuni sostenitori della teoria *out of Africa* come *Homo erectus* e da altri come *Homo heidelbergensis* – che lasciarono l'Africa più di un milione di anni fa. Secondo tale modello, l'incrocio di questi individui con altri migranti successivi spinse quindi la nostra specie verso lo stesso cammino evolutivo. I fautori della teoria multiregionale sostengono che *erectus*, *heidelbergensis*, *neanderthal* e *sapiens* siano appartenuti, sempre e comunque, alla stessa specie. Secondo questa teoria, le differenze regionali tra le popolazioni iniziarono a emergere almeno un milione di anni fa e alcune si sarebbero conservate, spiegando le differenze fisiche tra le popolazioni odierne (ma forse giustificando anche pregiudizi razziali).

La teoria rivale, *out of Africa*, iniziò ad acquisire autorevolezza a partire dalla fine degli anni Ottanta, quando le evidenze del DNA e

dei fossili rafforzarono l'ipotesi di una recente ascendenza africana comune a tutti gli uomini del pianeta. I fautori di questa teoria sostengono che la nostra specie si sia evoluta in Africa, probabilmente meno di 200 000 anni fa, e che si sia in seguito diffusa in tutto il pianeta, convivendo con una o più specie di ominidi – discendenti da precedenti migranti – e infine rimpiazzandole.

Secondo questa teoria, le differenze razziali sono soltanto superficiali. Durante un seminario in presenza di alcuni giornalisti scientifici, il paleoantropologo Peter Brown, noto soprattutto per aver descritto *Homo floresiensis*, ha dimostrato che il cranio dell'ex politica australiana xenofoba Pauline Hanson era molto simile a quello di una donna cinese. Brown, dell'Università del New England, è uno dei principali sostenitori della teoria *out of Africa* in Australia. Un altro è il suo ex professore, il pacato Colin Groves, dell'Australian National University, membro attivo degli Australian Skeptics<sup>1</sup>, anti-creazionista impegnato e mentore della maggior parte dei paleoantropologi non formati da Thorne. Groves, definito da Jane Goodall il primo primatologo al mondo, ha scoperto diverse specie di primati e di non-primati, sia viventi sia estinte (alcune descritte in collaborazione con Tim Flannery). È impegnato nella campagna per salvare le tormentate popolazioni selvatiche di scimpanzé, gorilla, oranghi e altri primati.

I paleoantropologi australiani – una comunità così ridotta che potrebbe tenere un congresso in una cabina telefonica – si dividono equamente tra la teoria *out of Africa* e quella multiregionale.

I resti dei Laghi Willandra e gli scheletri di Kow Swamp nello Stato di Victoria, dai quali, secondo quanto affermato dagli autori dell'articolo di *Proceedings of the National Academy of Sciences*, sono stati estratti frammenti di DNA, sono diventati i protagonisti di un dibattito infuocato.

I fautori della teoria multiregionale sostengono che i primi abitanti dei Laghi Willandra avevano una corporatura gracile e lineamenti delicati, simili a quelli degli esseri umani moderni, mentre gli individui di Kow Swamp avevano una struttura fisica robusta, con

<sup>1</sup> Confederazione (molto informale) di gruppi australiani che indagano scientificamente su pretesi fenomeni paranormali e pseudoscientifici riguardanti una grande varietà di argomenti: dall'astrologia agli zombi, dal creazionismo al mostro di Loch Ness o all'omeopatia (vedi [www.skeptics.com.au](http://www.skeptics.com.au)).

ossa del cranio massicce, fronte sfuggente all'indietro e arcate sopracciliari prominenti. Secondo Thorne tali differenze confermano che erano avvenute due ondate migratorie in Australia.

Le popolazioni robuste di Kow Swamp e di altri siti – come Cohuna nello Stato di Victoria, Coobool Creek nella parte meridionale del Nuovo Galles del Sud, e Cossack nel Western Australia – discendevano dall'*erectus* indo-



Cranio di Kow Swamp

nesiano: molte argomentazioni si basano appunto sul confronto con gli scheletri di *erectus* dell'Indonesia. Tuttavia, Brown e Groves controbattono che la robustezza degli scheletri rientra nella normale variabilità degli australiani del Pleistocene. Secondo Brown, la fronte sfuggente all'indietro era il risultato di una deformazione cranica artificiale, pratica comune anche presso altre popolazioni. Nel loro libro *Bones, Stones and Molecules* (Ossa, pietre e molecole), Groves e David Cameron, quest'ultimo dell'Università di Sidney, affermano che le forti mascelle e i denti grandi, osservati negli esemplari di Kow Swamp, erano adattamenti derivanti da una dieta a base di alimenti non trattati, come semi non macinati o vegetali coriacei.

Secondo i multiregionalisti, l'altra ondata di migranti – le popolazioni gracili – proveniva dalla Cina. La Donna di Mungo, alta meno di un metro e mezzo e priva di arcate sopracciliari prominenti, è ritenuta il prototipo della morfologia gracile. Anche l'Uomo di Mungo, noto nella letteratura scientifica con la denominazione Ominide 3 dei Laghi Willandra (WLH3 o LM3), è incluso nella popolazione dalla corporatura gracile. Tuttavia Brown ha avuto qualcosa da obiettare in proposito:

Alan Thorne ha sostenuto che lo scheletro sia appartenuto a un individuo di sesso maschile, anatomicamente moderno e particolarmente gracile nella struttura fisica, se paragonato ad altri australiani del Pleistocene ritrovati a Kow Swamp [...]. Questa informazione è stata usata per supportare la convinzione di Thorne che, in epoca pleistocenica, siano arrivate in Australia due migrazioni

distinte. Gli Aborigeni moderni sarebbero i discendenti di questi due gruppi di immigrati asiatici [...]. I dati pubblicati suggeriscono che LM3 sia stato alto circa 170 centimetri, che abbia avuto una struttura robusta, in termini di spessore delle ossa e dimensioni scheletriche, e che sia impossibile definirne il sesso, data la cattiva conservazione delle ossa stesse. Rispetto alle popolazioni dalla corporatura relativamente robusta vissute nella parte sud-orientale dell'Australia nel Pleistocene, LM3 poteva essere una donna di alta statura o un uomo di statura inferiore alla media.

Per gli antropologi fisici di opposte fazioni teoriche è normale stilare classificazioni diverse per uno stesso scheletro, indipendentemente dalla precisione delle misurazioni anatomiche. Sia i fautori della teoria dell'origine africana sia quelli della teoria multiregionale hanno raccolto dati anatomici a sostegno delle proprie tesi, ma ora dibattono sulle interpretazioni dei dati. Il problema è esacerbato da una documentazione fossile frammentaria, con scheletri incompleti, e i paleoantropologi hanno disegnato giungle di alberi genealogici, o forse sarebbe meglio dire di *cespugli*, specialmente nel caso delle genealogie africane. Quelli che i sostenitori della teoria multiregionale considerano "anelli mancanti" tra *Homo erectus* e *Homo sapiens*, per i seguaci della teoria *out of Africa* sono invece specie al termine delle loro linee evolutive, che si estinsero quando entrarono in scena gli esseri umani moderni.

Alla fine degli anni Ottanta, mentre gli antropologi fisici si interrogavano su dimensioni, morfologie e dati statistici, i genetisti iniziarono a introdurre nel dibattito il DNA. Il loro nuovo e stimolante approccio era indubbiamente *hi-tech* e si avvaleva di apparecchiature per il sequenziamento e di supercomputer che facevano apparire primitivi i calibri degli anatomisti. Si fondavano sulle *hard sciences*, soprattutto chimica e matematica, in un lavoro che sembrava in netto contrasto con l'incertezza dell'anatomia. E poi c'era anche un richiamo poetico: il nostro passato evolutivo è scritto nel sangue che pulsa nelle nostre vene, ed è decifrabile a partire dal nostro codice genetico. Tuttavia, anche questo approccio comportava delle incertezze, ed era aperto a più interpretazioni.

La genetica fece il suo ingresso trionfale negli studi preistorici con l'articolo sull'*Eva mitocondriale* pubblicato nel 1987 su *Nature*, che annunciava di aver ricondotto l'eredità genetica di tutte le

popolazioni del mondo a un'unica madre africana. Questa ricerca – realizzata da Rebecca Cann, Mark Stoneking e Allan Wilson, dell'Università della California di Berkeley – si era concentrata sulla variazione del piccolo genoma mitocondriale, di cui ora si sa che possiede solamente 16569 coppie di basi e appena 37 geni. Il gruppo aveva messo a confronto diverse sequenze, estratte principalmente dalla placenta di 147 persone provenienti da cinque popolazioni, inclusi gli Aborigeni australiani e gli abitanti della Nuova Guinea. Il gruppo di Cann fece non poco scalpore quando dichiarò: "Tutti questi DNA mitocondriali risalgono a una sola donna, che si suppone sia vissuta in Africa circa 200000 anni fa".

La ricerca conferì notevole prestigio alla genetica, e gli studi successivi che si avvalevano di una metodologia più sofisticata apportarono ulteriori prove a sostegno dell'ipotesi *out of Africa*. La prova più certa venne da una ricerca condotta da Peter Underhill, dell'Università di Stanford, basata sul sequenziamento del cromosoma Y. Lo studio venne pubblicato su *Nature Genetics* nel 2000, appena prima della pubblicazione della ricerca sul DNA dell'Uomo di Mungo. Soltanto gli individui di sesso maschile hanno il cromosoma Y tra i loro 46 cromosomi, e lo ereditano dal padre: il cromosoma Y è quindi in grado di rivelare la linea di discendenza paterna. Lo studio di Underhill ha dimostrato che sia le linee di discendenza materne sia quelle paterne risalivano al continente africano. La ricerca sul DNA di 1000 uomini di 22 regioni suggeriva, tuttavia, che il cromosoma Y ancestrale (detto anche *di Adamo*) fosse cronologicamente posteriore, di 84000 anni, all'Eva mitocondriale, che allora si pensava fosse vissuta circa 143000 anni fa. I ricercatori sostennero che all'epoca di Eva esistevano diverse varianti genetiche del cromosoma Y, una delle quali in seguito si diffuse in tutta la popolazione, divenendo dominante 84000 anni dopo.

Tuttavia, nel 2001, i sostenitori del modello concorrente, quello multiregionale, batterono i sostenitori dell'origine africana sul loro terreno, quello del genoma. In Australia si era avventurato un gruppo di esseri umani anatomicamente moderni, come l'Uomo di Mungo, portatori di un DNA mitocondriale diverso da quello della madre di tutte le madri. Lo studio si basava sul lavoro post laurea di un allievo di Thorne, Greg Adcock. Anche il rispettato genetista Simon Easteal, dapprima sostenitore del modello *out of Africa* ma successivamente convertito alla teoria multiregionale, faceva parte

di quel gruppo, come pure gli scienziati appartenenti alla Plant Industry Division dello CSIRO, l'organizzazione del governo australiano per la ricerca scientifica e industriale.

Il gruppo affermò di avere recuperato il DNA mitocondriale dalle ossa dell'Uomo di Mungo e da altri nove australiani primitivi, tre dei quali provenienti sempre dai Laghi Willandra. Uno era stato datato con il radiocarbonio mediante AMS da Gillespie e Fifield a 5000 anni fa e un altro a meno di 100 anni fa. Al terzo era stata attribuita dal paleoantropologo Steve Webb un'età di alcune centinaia di anni. Gli altri sei provenivano da Kow Swamp e avevano età ottenute con il radiocarbonio oscillanti tra 10000 e 15000 anni, sebbene le datazioni con la tecnica OSL, eseguite da Tim Stone e Matt Cupper dell'Università di Melbourne, indicassero età comprese tra 19000 e 26000 anni.

Adcock e colleghi avevano inoltre confrontato il DNA mitocondriale dell'Uomo di Mungo con quello di 45 Aborigeni ancora viventi, con quello di 3400 individui appartenenti a popolazioni di tutto il pianeta e con sequenze provenienti da due Neanderthal, da uno scimpanzé pigmeo e da uno scimpanzé comune. Scoprirono che la linea di discendenza dell'Uomo di Mungo si era allontanata dall'albero genealogico prima di tutti gli altri umani moderni, e che l'Uomo di Mungo possedeva una sequenza che non era stata trovata nel DNA mitocondriale di nessun altro campione. La sequenza si manifesta in molte persone nel mondo, ma oggi si ritrova solamente nel cromosoma 11 del genoma nucleare. Secondo gli scienziati, in qualche momento del remoto passato, questa sequenza si era trasferita dal mitocondrio al nucleo e fa adesso parte di un'eredità mista materna/paterna. La sua presenza nel DNA mitocondriale dell'Uomo di Mungo era considerata una prova schiacciante dal punto di vista paleoantropologico. Gli scienziati affermarono che le popolazioni dell'Uomo di Mungo possedevano due tipi di DNA mitocondriale, il tipo antico e quello moderno. Il secondo si era diffuso, per selezione naturale darwiniana, in tutta la popolazione, e si presumeva conferisse un certo vantaggio evolutivo.

"I nostri dati mettono seriamente in discussione l'interpretazione della variazione del DNA mitocondriale umano contemporaneo a supporto del recente modello *out of Africa*", si leggeva nell'articolo. Eastel appariva però prudente nelle interviste comparse nel successivo concitato dibattito mediatico. "I nostri risultati" dichiarò al

*Canberra Times*, “non dimostrano che le popolazioni moderne siano emerse dall’Australia più di quanto le remote linee di discendenza africane non suggeriscano la recente origine dell’uomo in Africa. Non possiamo giudicare sulla base di un solo gene. Possiamo tuttavia mettere in discussione il modello *out of Africa*, ma non confermarlo o respingerlo del tutto sulla base dei nostri dati”. Thorne, ex giornalista ed erpetologo nel tempo libero, presentò i risultati in una chiave più multiregionalista. Fu appoggiato anche dal paleoantropologo Milford Wolpoff, dell’Università del Michigan, noto fautore del modello multiregionale, del quale l’agenzia Reuters riportò queste affermazioni: “Non è mai esistita una banda di predatori africani. Ciò significa senza ombra di dubbio che la teoria di Eva, la teoria della sostituzione, appare sbagliata”.

Peter Brown affermò che era improbabile che si fosse conservato DNA antico nelle condizioni climatiche secche e torride del Lago Mungo. Colin Groves dichiarò invece che la scoperta di una sequenza di DNA mitocondriale antico ed estinto non avrebbe comunque indebolito il modello *out of Africa*. Nel passato remoto della nostra specie dovevano essere esistiti diversi tipi di DNA mitocondriale, la maggior parte dei quali si estinse quando le donne che li possedevano diedero alla luce solo figli maschi.

Altri scienziati criticarono i risultati sulla base della filogenesi, la complessa disciplina che cerca di individuare quale sia l’albero genealogico evolutivamente più parsimonioso che si adatta ai dati (vedi box a p. 246). Per ricostruire la filogenesi, Adcock e colleghi si erano avvalsi di un supercomputer, ma oggi il procedimento può essere realizzato su un normale personal computer o anche su un portatile. In un articolo pubblicato su *Archaeology in Oceania*, John Truman, genetista presso l’Australian National University, affermò che l’Uomo di Mungo sedeva assieme a tutti noi sullo stesso ramo dell’albero della famiglia umana. Don Colgan, genetista presso l’Australian Museum, dichiarò che approcci analitici diversi conducevano a risultati diversi, alcuni dei quali facevano apparire l’Uomo di Mungo nel nostro ramo dell’albero genealogico.

In una lettera indirizzata a *Science*, sei ricercatori – tra cui Alan Cooper, allora docente presso l’Università di Oxford, e il paleoantropologo Chris Stringer, del London Natural History Museum – affermarono di aver costruito diversi alberi genealogici, in uno dei quali l’Uomo di Mungo figurava perfettamente all’interno del

campo di variazione degli esseri umani moderni, semplicemente includendo nell'analisi un maggior numero di sequenze africane e aborigene. Il gruppo di ricerca replicò difendendo i propri risultati sulla medesima rivista. Adcock dichiarò, inoltre, all'*Australian Financial Review* che la sequenza era probabilmente una variante regionale. Se avesse fatto parte di un esodo africano, affermò, probabilmente la sequenza sarebbe ormai saltata fuori anche in qualche altra parte del mondo.

Cooper e colleghi sottolinearono inoltre che il gruppo di ricerca non aveva seguito le procedure standard per il DNA fossile – la clonazione e la replicazione a opera di un laboratorio indipendente – dirette a dimostrare che le sequenze erano autentiche e non il risultato di contaminazione da parte di DNA moderno oppure di danni subiti dal DNA fossile. In passato il problema della contaminazione aveva provocato non poco imbarazzo, specialmente quando alcuni scienziati americani dichiararono di avere estratto DNA dai dinosauri, come in *Jurassic Park*, solo per scoprire, poco dopo, che si trattava di DNA umano. Altri risultati sospetti hanno coinvolto mummie egiziane, nonché termiti e coleotteri preservati nell'ambra.

Il problema della contaminazione è aggravato dalla reazione a catena della polimerasi (PCR), che, amplificando i minuscoli campioni di DNA, è stata una manna dal cielo per le ricerche sul DNA fossile, ma anche un'arma a doppio taglio. Durante la PCR, gli scienziati riscaldano il campione per separare i due filamenti di DNA, e inseriscono i *primer* – piccoli segmenti di nucleotidi che fungono da inneschi – insieme alle basi ACGT e a un enzima per la polimerasi estratto da un termofilo (un batterio che sopporta alte temperature). Quando il miscuglio si raffredda, i primer si legano alle estremità dei frammenti di DNA da amplificare, con un primer per ciascun filamento. La polimerasi aggiunge le basi ai primer, utilizzando i singoli filamenti del campione come modelli e seguendo le regole di accoppiamento delle basi. Il processo si ripete più volte, e i frammenti di DNA raddoppiano a ogni ciclo. Trenta cicli PCR riescono a produrre oltre un miliardo di copie per ciascun frammento.

Un grammo di osso fossile contiene generalmente da diecimila a un milione di copie di una sequenza di DNA di interesse. Dopo un'amplificazione PCR ben riuscita, una singola copia di DNA può originare circa dieci miliardi di copie della sequenza bersaglio in

soli 10-15 microlitri, il volume di una gocciolina. Tuttavia, si amplifica in questo modo anche la contaminazione del DNA da parte delle persone che hanno maneggiato il campione. Anche se gli scienziati che operano nel laboratorio di sequenziamento cercano di assicurarsi che il loro DNA non diventi l'argomento delle loro pubblicazioni scientifiche, è spesso impossibile sequenziare il DNA di tutti quelli che hanno toccato il materiale, specialmente se le misure adottate sono poco restrittive. Nelle analisi fa spesso capolino il DNA degli archeologi e di coloro che hanno eseguito gli scavi, specie se il campione è stato lavato, una pratica che favorisce la penetrazione in profondità dei contaminanti. Il DNA moderno soppianta quello antico e spesso è impossibile rintracciare le contaminazioni attraverso i risultati del sequenziamento. "Agli archeologi piace prendere in mano gli oggetti, e credo che si entusiasmino moltissimo quando trovano dei reperti. Forse sbavano anche un po'", afferma Cooper. "Di conseguenza, possiamo trovare un'enorme quantità di DNA delle persone che hanno lavorato su quel materiale. Abbiamo scoperto molto sul conto di Chris Stringer. O apparteneva alla stessa linea che ha dato origine all'intera specie umana, oppure ha toccato un sacco di ossa".

"Siete tutti quanti sporchi!" ha esclamato Cooper, rivolgendosi ai paleoantropologi e agli archeologi presenti, durante una conferenza sul miglioramento degli standard di raccolta dei campioni destinati alle analisi del DNA. "In questo momento siete tutti circondati da una nuvola di vostro DNA." E ha ammonito: "Se non siete capaci di escludere la contaminazione come fonte dei risultati, private le analisi di qualsiasi attendibilità".

Quando un campione contaminato di DNA antico viene sequenziato direttamente dopo l'amplificazione, si avrà come risultato una sequenza che mescola tutti gli individui rappresentati nel campione. La clonazione supera questo problema: i prodotti della PCR vengono inseriti in batteri modificati geneticamente per assumere una molecola di DNA ciascuno. I batteri replicano la sequenza del DNA come se facesse parte del loro stesso genoma. Singoli batteri vengono fatti crescere in colture e i cloni di ogni colonia vengono amplificati e sequenziati. La clonazione rivela anche i danni *post mortem* del DNA.

Le ricerche sull'Uomo di Mungo hanno isolato meno di 2,3 milionesimi di grammo di DNA da ogni grammo di campione



osseo. I ricercatori raccontano di aver lavorato in un regime rigorosamente sterile, proprio per evitare di contaminare i campioni con il loro DNA. Solamente due scienziati hanno maneggiato i resti durante le ricerche sperimentali – Greg Adcock e Alan Thorne – e hanno sequenziato il proprio DNA, per essere sicuri che nelle analisi non comparissero le loro impronte genetiche.

“Nessuno dei campioni è stato maneggiato da Aborigeni o da non-Aborigeni prima di estrarne il DNA” affermò il gruppo, rispon-

dendo alle critiche mosse su *Science*. Tuttavia, la lista dei ricercatori che avevano maneggiato lo scheletro nel periodo compreso tra la sua scoperta nel 1974 – quando nessuno poteva nemmeno concepire l'idea di estrarre DNA da ossa così antiche – e gli anni Novanta – quando Adcock condusse il suo studio – sembra quasi l'elenco telefonico di tutti gli studiosi di preistoria australiana, una popolazione geneticamente variegata di geologi, archeologi, paleoantropologi, sia multiregionalisti sia sostenitori dell'*out of Africa*.

Cooper e colleghi sottolineano inoltre l'importanza di condurre la replicazione presso un laboratorio indipendente. I campioni sono stati quindi inviati a un altro laboratorio nel 2005, ma a tutt'oggi, i risultati della ricerca non sono ancora disponibili.

\*\*\*

Nonostante gli studi sul DNA siano una materia estremamente sensibile, alcuni campioni di Aborigeni australiani sono stati sottoposti alle ricerche, e i dibattiti sulla paleoantropologia e sulle datazioni continuano a imperversare.

Se *Homo sapiens* si è evoluto in Africa circa 200 000 anni fa e si è diffuso sul resto del pianeta tra 70 000 e 60 000 anni fa, l'ultima grande domanda è come mai l'uscita della nostra specie dall'Africa avvenne così tardi, sostiene il genetista Peter Forster, dell'Anglia Ruskin University, secondo il quale la diatriba tra la teoria multiregionale e quella *out of Africa* appartiene ormai al passato. Un'altra questione aperta riguarda la strada percorsa dai migranti: hanno attraversato la parte meridionale della penisola araba fino ad arrivare al Sud-est asiatico e all'Australia, oppure sono passati da nord attraverso il Medio Oriente?

E cosa trovò *Homo sapiens*, giunto nel Sud-est asiatico? *Homo erectus* o un paradiso tropicale ancora *terra nullius*? La questione tocca da vicino sia l'epoca della colonizzazione dell'Australia sia l'ascendenza degli Aborigeni. La chiave di quei remoti eventi potrebbe essere un'altra avventura: una teoria detta *out of Africa I*, che vede protagonisti i primi esponenti del genere *Homo* di due milioni di anni fa. Nel passato remoto dell'evoluzione della nostra specie l'Asia potrebbe aver giocato un ruolo più importante di quanto si pensi: quando gli antenati degli Aborigeni australiani raggiunsero il Sud-est asiatico, forse stavano semplicemente tornando a casa.

# Le nostre radici

È davvero questa la culla dell'umanità?

“La chiamano così, ma a me l'espressione non piace. Se si volesse davvero parlare di una culla dell'umanità, si dovrebbe includere l'Africa intera, e anche questo potrebbe non essere corretto. In un prossimo futuro, potremmo trovare in Asia ominidi fossili più antichi di quelli africani”<sup>1</sup>.

Ron Clarke, professore presso l'Università di Witwatersrand, scende i gradini della gigantesca grotta di Sterkfontein, nella provincia di Gauteng in Sudafrica. Per arrivare fin qui, 50 chilometri a nordovest da Johannesburg, si deve attraversare un paesaggio di monotone colline, che si sollevano dolci dalle sconfinite praterie, disseminate di alberi e arbusti. Sterkfontein è incassata in una valle di 50000 ettari, nota come “Culla dell'Umanità”, un sito dichiarato Patrimonio Mondiale dall'UNESCO nel 1999, insieme a quelli di Swartkrans, Kromdraai e Makapansgat. Clarke e altri eminenti antropologi – tra i quali Phillip Tobias, Robert Broom, Raymond Dart e Alun Hughes – hanno dedicato la vita allo studio degli ominidi fossili del Plio-Pleistocene, che risalgono all'epoca della comparsa dei primi “uomini-scimmia” bipedi. Queste grotte – che ospitano il 40% degli antenati fossili dell'uomo oggi conosciuti – racchiudono oltre 3 milioni di anni di attività degli ominidi.

I gradini di Sterkfontein penetrano il tempo geologico fino a circa 2,6 miliardi di anni fa, quando sul fondale di un antico mare, che si estendeva nella parte interna del Sudafrica, si formarono rocce dolomitiche. Centinaia di milioni di anni più tardi, dopo che l'oceano si fu ritirato, le acque freatiche si infiltrarono nella forma-

<sup>1</sup> Conversazione con Ron Clarke, 3 novembre 2005.

zione sotterranea, scavando le grotte man mano che dissolvevano la dolomite. L'ulteriore dissoluzione delle rocce lungo fratture verticali e i processi di erosione aprirono poi le grotte verso la superficie. I resti di animali e ominidi vi furono trascinati, insieme ai sedimenti, formando lunghe colonne, cementate da carbonato di calcio in una solida breccia (roccia costituita di frammenti grossolani aggregati da una matrice di grana più fine).

La formazione di Sterkfontein non presenta la stratigrafia uniforme delle rocce sedimentarie: per ottenere un ordine temporale, quindi, il sistema è stato diviso in diverse componenti, da Member 1, la più antica, a Member 6, la più recente.

I depositi vennero dapprima datati indirettamente, sulla base della comparsa/scomparsa di resti animali all'interno del *record* fossile e tenendo conto dei mutamenti evolutivi nell'anatomia della fauna. Gli scienziati confrontarono inoltre i fossili animali con quelli provenienti dall'Africa orientale, che erano stati datati direttamente. Effettuare datazioni dirette e assolute sui resti di Sterkfontein è stato difficile, anche perché i resti più antichi erano fuori dal raggio di azione sia della tecnica al radiocarbonio sia di quella OSL. Né sono presenti materiali vulcanici che si prestino alla datazione potassio-argon, un metodo che sfrutta il decadimento radioattivo del potassio-40 in argon-40, già usato per datare la femmina di australopiteco *Lucy* e altri famosi ominidi dell'Africa orientale.

I progressi tecnologici hanno però aperto la strada a datazioni basate sul paleomagnetismo. Il geologo Tim Partridge, dell'Università di Witwatersrand, studia da oltre trent'anni la cronologia della grotta di Sterkfontein con questo metodo. "Il segnale di Gilbert-Gauss dell'inversione della polarità magnetica 3,58 milioni di anni fa appare chiaramente nel punto più basso della sequenza di Member 2, mentre l'evento di Reunion, tra 2,14 e 2,15 milioni di anni fa, fornisce la cronologia di Member 4, più recente", afferma Partridge, riferendosi alle variazioni geomagnetiche usate per la datazione<sup>2</sup>.

Nei depositi di Sterkfontein sono stati trovati oltre 500 reperti di ominidi – tra crani, resti mandibolari e dentari e fossili postcraniali – che arrivano a 3 milioni di anni fa, un'epoca cruciale per la metamorfosi da uomo-scimmia a *Homo*. Le migliaia di utensili litici ritrovati comprendono i primissimi manufatti del genere *Homo*, datati

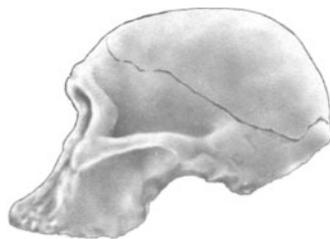
<sup>2</sup> Conversazione con Tim Partridge, 3 novembre 2005.

a circa 2 milioni di anni fa. I depositi più recenti contengono strumenti che risalgono all'epoca in cui *Homo sapiens* stava emergendo in Africa, tra 100 000 e 200 000 anni fa. Fossili di piante e animali consentono di ricostruire l'ambiente e la sua evoluzione.

“Fu qui che, nel 1947, Robert Broom e John Robinson scoprirono *Mrs Ples* [la Signora Ples, diminutivo di *Plesianthropus*, come fu inizialmente classificato]”, afferma Clarke indicando Member 4, dove venne ritrovato un australopiteco fossile di 2,15 milioni di anni, uno dei nostri più lontani parenti ominidi. “Dal 1936 al 1947 vennero condotti molti scavi nella regione usando cariche di dinamite per portare alla luce svariati fossili di australopitechi e di animali”. Raymond Dart, anatomista australiano emigrato in Sudafrica e professore presso l'Università di Witwatersrand, fu il primo a riconoscere e a descrivere, nel 1925, il cranio di un australopiteco proveniente da Buxton Limeworks, nella North West Province del Sudafrica. Egli chiamò il “bambino di Taung” *Australopithecus africanus*, ovvero “scimmia meridionale dell’Africa”. Nonostante avesse un cervello delle stesse dimensioni di quello di una scimmia, l’ominide di Dart, il primo rappresentante delle numerose specie di australopitechi che sarebbero state scoperte, camminava su due gambe e possedeva altre caratteristiche umane.

Percorrendo la grotta di Silberberg, Clarke indica un altro australopiteco, *Little Foot*, le cui ossa emergono dalla roccia in cui è incastonato. Tim Partridge gli ha attribuito un’età paleomagnetica compresa tra 3,2 e 3,6 milioni di anni e un’età cosmogenica (vedi p. 225) di 4 milioni di anni, che farebbero di questo australopiteco il più antico d’Africa, più anziano anche della celebre *Lucy*. Altri scienziati però, incluso Clarke, contestano questa datazione.

Gli australopitechi pesavano tra 25 e 50 chili ed erano alti poco più di un metro. La loro capacità cranica era di appena 400-500 centimetri cubi, simile a quella degli scimpanzé o degli *hobbit* indonesiani. Non erano molto più scaltri degli scimpanzé, alcune popolazioni dei quali si servono di pietre a mo’ di martelli e incudini per spaccare le noci.



*Australopithecus africanus*



*Homo habilis*

Member 5, datato a un'epoca compresa tra 2 e 1,7 milioni di anni fa, contiene strumenti litici di Olduvai – specifici del genere *Homo* – e registra un periodo climatico più secco. Proprio qui fu trovato, in una breccia, un cranio che secondo Tobias appartiene a un *Homo habilis*, mentre i sedimenti calcificati della grotta contengono circa 3000 manufatti di Olduvai. Si ritiene che *H. habilis* sia stato il primo membro del genere *Homo*, anche se alcuni

studiosi vorrebbero inserirlo nel genere *Australopithecus*.

“Si trattava di un momento importante per gli ominidi africani, che, per sopravvivere, dovevano cambiare dieta e stile di vita”, ha affermato Tobias in una recente discussione. “Nel record fossile di Sterkfontein appare improvvisamente, in risposta al cambiamento ambientale, una forma primitiva di *Homo*, dotata di un cervello più grande e capace di fabbricare utensili di pietra”, affermò l'eminento scienziato, che si definisce un *neo-catastrofista*, sottolineando il ruolo dei disastri ambientali nel processo dell'evoluzione umana<sup>3</sup>. Tuttavia, Clarke classifica l'esemplare come un maschio di *Australopithecus africanus*.

*Homo habilis* aveva circa la stessa taglia di *Australopithecus*, ma era completamente bipede, con dita dei piedi più corte, inadatte per arrampicarsi sugli alberi. Aveva un cervello più grande, il cui emisfero sinistro era dotato di strutture che Tobias ha associato al linguaggio.

Non essendo specializzati, a differenza degli australopitechi, in una dieta a base di semi e noci dal guscio spesso e resistente, i membri del genere *Homo* possedevano muscoli mandibolari meno sviluppati, e ciò potrebbe aver aperto la strada all'assottigliamento del cranio e all'espansione della capacità cerebrale. Tuttavia è più probabile che la forza propulsiva, che determinò l'evoluzione del genere che sarebbe stato in grado, un giorno, di

<sup>3</sup> Conversazione con Phillip V. Tobias, 4 novembre 2005.

sequenziare il suo stesso genoma, sia stata rappresentata dal cambiamento climatico, che in alcune zone dell'Africa trasformò le foreste tropicali in savane.

Clarke, responsabile del sito di Sterkfontein sin dal 1981, ha affermato: "Non credo che *Homo* si sia necessariamente evoluto da una delle specie di *Australopithecus* che conosciamo. Potrebbe essersi evoluto da una specie simile, ma non necessariamente da una di quelle che abbiamo rinvenuto". Clarke vede australopitechi ovunque, e ritiene che fossero diffusi in tutta l'Africa e presumibilmente anche in Asia. È inoltre convinto che siano stati ritrovati esemplari di australopitechi in Cina, ma che non siano stati classificati o descritti nella letteratura scientifica.

Queste ipotesi sono state recentemente scartate da Russel Ciochon, antropologo della University of Iowa, che da molti anni si occupa della possibile presenza di ominidi pre-*erectus* in Cina. Secondo Ciochon tali resti sono invece da attribuire a un nuovo tipo di scimmia asiatica, non ancora classificata. Continua quindi la caccia a denti sospetti nei musei cinesi.

Alcuni scienziati insistono nel sostenere che australopitechi e *Homo habilis* avrebbero preceduto *Homo erectus* in Asia. Altri affermano addirittura che il genere umano potrebbe essersi evoluto in Asia, dove sono stati rinvenuti siti contenenti strumenti litici più antichi della data comunemente accettata per la teoria *out of Africa 1* (che ipotizza una prima migrazione di ominidi all'inizio del Pleistocene). Forse australopitechi e/o ominidi simili agli *habilis* vissero nelle sconfinite savane che si estendevano, tra 3,5 e 2,5 milioni di anni fa, dall'Africa alla Cina, ma i loro resti potrebbero non essersi conservati, o non essere stati rinvenuti (almeno ufficialmente). A tale proposito, sono interessanti gli ultimi sviluppi nella saga dell'*hobbit* indonesiano (pp. 205-219). Recenti analisi cladistiche (pubblicate nel 2009 sul *Journal of Human Evolution*) suggeriscono che il ramo di questo ominide abbia preceduto *Homo erectus* e forse anche *habilis* nell'albero filogenetico. Forse Clarke aveva visto lontano.

Circa 1,5 milioni di anni fa, nella breccia di Sterkfontein apparvero strumenti litici più sofisticati, di tipo *acheuleano*. Questa tecnologia litica – sviluppatasi da quella di Olduvai, ma più perfezionata – è stata attribuita al nostro recente antenato *Homo ergaster*. La costruzione di questi strumenti avveniva a partire da materie prime

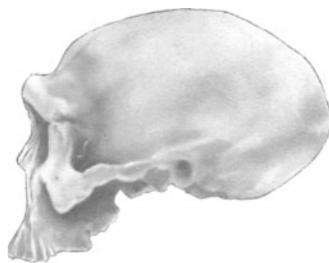
provenienti da un raggio massimo di 20 chilometri dal luogo di residenza degli ominidi. L'industria litica acheuleana<sup>4</sup> si diffuse rapidamente in tutto il Vecchio Mondo, ma progredì solo molto lentamente, in un arco di tempo compreso tra 1,5 milioni e 300000 anni fa.

“Già 1,5 milioni di anni fa,” spiega Clarke, “gli ominidi erano dipendenti dall'uso di strumenti litici, che costituivano una parte integrante della loro strategia di sopravvivenza”.

Tuttavia, i dettagli sull'origine di *Homo ergaster* restano incerti. La specie, comparsa improvvisamente in Africa circa 2 milioni di anni fa, comprende il ragazzo di Nariokotome trovato in Kenya. Gli esemplari, rinvenuti negli anni Sessanta e Settanta in Africa, furono inizialmente classificati come *Homo erectus*, e taluni studiosi li includono ancora in tale specie. Ma nel 1975 Colin Groves e il biologo ceco Vratislav Mazák assegnarono questi fossili a una nuova specie, *Homo ergaster*. Alti 1,75 metri, i maschi di *ergaster* pesavano quasi il doppio degli australopitechi e avevano una capacità cerebrale di circa 900 centimetri cubici; le proporzioni corporee erano simili a quelle degli esseri umani moderni, e le dimensioni differivano tra i due sessi solo del 20 per cento.

Una scoperta avvenuta in Kenya ha suggerito nuove ipotesi sull'evoluzione di *ergaster* da *habilis*. Nella formazione di Koobi Fora, a est del Lago Turkana, sono stati rinvenuti un osso mandibolare di *Homo habilis* di 1,44 milioni di anni fa e un cranio di *Homo ergaster* di 1,55 milioni di anni fa: la scoperta, pubblicata su *Nature* nel 2007, implica una convivenza tra le due specie di oltre 500000 anni. È quindi chiaro che *Homo ergaster* non si è evoluto da *Homo habilis* “in blocco”, ma solo da una popolazione ridotta, e presumibilmente isolata, di tale specie.

Il cranio adulto di *Homo ergaster* di Koobi Fora è piuttosto piccolo, e i suoi scopritori ritengono che gli *ergaster* avessero una



*Homo ergaster*

<sup>4</sup> L'industria acheuleana – caratterizzata da strumenti bifacciali di varie dimensioni e funzioni – è assai diversificata a seconda delle regioni e dei periodi.

variabilità anatomica più ampia di quanto ipotizzato in precedenza. Hanno anche individuato in esso alcune caratteristiche asiatiche, indicando una grande affinità tra l'*ergaster* africano e il suo corrispettivo *Homo erectus* dell'Indonesia, patria del prototipo di quest'ultima specie. Forse le specie più avanzate del genere *Homo* si evolsero in Asia per poi diffondersi di nuovo in Africa. Chris Stringer, del Natural History Museum di Londra, mette in guardia dall'accantonare questo scenario.

Nella Lincoln Cave, una grotta situata a nord del Member 5 di Sterkfontein, i depositi risalenti al *Middle Stone Age* africano (circa 280000-350000 anni fa) conservano le prime testimonianze di esseri umani moderni. Durante questo periodo i grandi strumenti litici per il taglio vennero rimpiazzati da strumenti più piccoli, basati sulla tecnologia del nucleo di Levallois. Tale tecnologia, che consentiva di ottenere schegge dalla forma predeterminata partendo da pietre opportunamente preparate, prende il nome da Levallois-Perret, località alle porte di Parigi dove tali strumenti furono scoperti per la prima volta. Gli strumenti compositi – già comparsi durante la fase tecnologica acheuleana – divennero sempre più complessi, richiedendo progettazione, standardizzazione e importazione di materie prime, spesso provenienti da cave distanti centinaia di chilometri. L'esistenza di un linguaggio complesso sarebbe stata cruciale per la produzione di questi strumenti, che si diversificavano in stili regionali.

La documentazione fossile conferma che 100000 anni fa, in Africa e nel Medio Oriente, vivevano esseri umani anatomicamente moderni, che lasciarono le proprie tracce in diversi siti, tra i quali Border Cave e Klaises River in Sudafrica, Omo-Kibish in Etiopia e le grotte Qafzeh e Skhul in Medio Oriente. È più difficile, invece, stabilire con esattezza quando questi uomini divennero moderni dal punto di vista comportamentale, cioè capaci di impiegare un linguaggio complesso, di pianificare le proprie azioni e di utilizzare simboli. Forse 100000 anni fa essi erano già in possesso dell'*hardware* neurale e probabilmente anche del *software* necessari per un linguaggio complesso, ma potrebbero avere effettivamente usato tale capacità solo decine di millenni più tardi. In un periodo di espansione della popolazione, una variazione genetica potrebbe aver stimolato la transizione verso il comportamento moderno.

Le origini del comportamento umano moderno continuano ad alimentare un acceso dibattito. Alcune spiegazioni si basano sulla demografia, che avrebbe avuto un ruolo decisivo nel mantenere la complessità culturale. Secondo uno studio con modelli demografici di Powell e colleghi, pubblicato su *Science* nel 2009, taluni elementi del comportamento moderno che caratterizzavano il Paleolitico superiore in Eurasia, 50-40000 anni fa, erano presenti anche nell'Africa meridionale circa 90000 anni fa, durante una fase di espansione della popolazione, ma scomparvero in gran parte successivamente, durante un periodo nel quale la densità della popolazione si ridusse.

*Science* ha anche pubblicato, sempre nel 2009, uno studio di Brown e colleghi che mostra come circa 72000 anni fa, e forse anche prima di 100000 anni fa, sulla costa meridionale del Sud Africa, gli uomini moderni avevano già sviluppato metodi di "pirotecnologia", ovvero sofisticate procedure basate sul riscaldamento di materiali litici per la produzione di elementi bifacciali. Secondo gli autori lo sviluppo di questa rivoluzionaria tecnologia richiedeva notevoli abilità cognitive. Essa era largamente diffusa nel Middle Stone Age africano, mentre era assente nel Paleolitico medio in Eurasia, nel periodo in cui predominavano i Neanderthal. La stessa tecnologia fu portata dagli uomini moderni dall'Africa all'Australia, dove venne utilizzata nel Kimberleys fino a tempi molto recenti, come sottolineano Web e Domanski in un commento pubblicato sullo stesso numero di *Science*.

Gli strumenti litici subirono ulteriori sviluppi. Gli esseri umani moderni iniziarono a usare ossa, avorio, conchiglie e corna di cervidi per fabbricare arpioni, aghi, bottoni e ornamenti. Costruirono reti e borse in fibra, indossarono pelli animali, pescarono, macinarono semi, dipinsero e ornarono i propri corpi, disegnarono con l'ocra le pareti delle caverne. Nel 2009 è stata presentata su *Nature* l'evidenza più impressionante di questa esplosione simbolica: piccole statue in avorio di mammut di donne con attributi sessuali espliciti dalle dimensioni esagerate, risalenti a 35000 anni fa, rinvenute in Germania insieme a reperti del periodo aurignaziano (vedi pp. 228-229). Si tratta di una chiara allusione all'importanza della fertilità come sorgente di forza e preservazione.

Ormai *Homo sapiens* disponeva del bagaglio necessario per un grande viaggio, che nel corso dei millenni lo avrebbe portato in

Asia, in Australia, in Europa e infine in America e nel Pacifico. Era l'alba di una nuova era, caratterizzata dalla comunicazione simbolica e dall'autoconsapevolezza. Gli esseri umani moderni lasciavano l'Africa con il loro bagaglio di armi, parole e astuzie.

\*\*\*

“Non intendo affatto suggerire un'età controversa per gli esseri umani moderni di Giava sulla base di un solo dente” affermò l'esperta di datazione Kira Westaway, dell'Università di Wollongong, durante un convegno dell'International Union of Quaternary Research tenutosi a Cairns nel 2007. Si riferiva al prezioso premolare di *Homo sapiens*, recentemente riscoperto in un museo di Paul Storm, studioso del Nationaal Natuurhistorisch Museum di Leida, nei Paesi Bassi. Il dente era stato originariamente rinvenuto nel 1939, nella breccia gialla dello *stadio faunistico* di Punung: la seconda sequenza più recente di sette depositi ricchi di fossili che si estendono su tutta l'isola di Giava.

Questi stadi faunistici registrano la comparsa e l'estinzione degli animali durante gli ultimi 1,5 milioni di anni. Il deposito di Punung dipinge un periodo di foreste pluviali, dominate dagli orangutang. Questo stadio ricopre quello di Ngandong, che è quindi più antico e che contiene fossili di animali estinti e di *Homo erectus*. Fino a poco tempo fa non si possedeva alcuna data certa riguardo allo stadio di Punung, fino a quando Kira Westaway non lo ha datato con la tecnica OSL e con quella della serie dell'uranio, ottenendo un valore compreso tra 130 000 e 120 000 anni. In precedenza, l'età più antica attribuita a un fossile umano moderno nel Sud-est asiatico era di 45 000 anni, ottenuta su un cranio rinvenuto nella grotta di Niah in Borneo. Il gruppo di Westaway ha affermato che le sue ricerche, pubblicate sul *Journal of Human Evolution*, mettono in discussione le età relativamente recenti attribuite ai fossili di Ngandong (di cui si parlerà ancora a pp. 199-201), facendo arretrare nel tempo l'epoca dell'estinzione di *Homo erectus* nel Sud-est asiatico e forse anche l'arrivo degli esseri umani moderni nella regione.

Lo studio di Westaway faceva parte di un più ampio programma di ricerca di Richard Roberts, Mike Morwood e colleghi, che si proponevano di ricostruire il passaggio attraverso la Sunda della

diffusione umana dall'Africa al Sahul<sup>5</sup>. Il gruppo stava cercando di chiarire la confusa cronologia dell'Indonesia, regione di fondamentale importanza per le tesi sull'evoluzione dell'uomo. Le questioni più scottanti si concentravano sulle tempistiche dell'estinzione di *Homo erectus* e dell'arrivo di *Homo sapiens*. Mentre i paleoantropologi si erano impegnati a confrontare gli *erectus* indonesiani con gli australiani robusti e gracili del Pleistocene, il gruppo di Morwood seguiva un'altra strada, cercando di capire se gli *erectus* fossero scomparsi dalla regione all'arrivo dei *sapiens*.

Ma cosa sappiamo della dispersione di *Homo erectus* in Asia?

I cambiamenti climatici hanno periodicamente aperto alcuni "corridoi" tra la grande Rift Valley dell'Africa orientale e l'Asia. *Homo ergaster/erectus* ha abbandonato il continente africano e si è diffuso nell'Eurasia, forse insieme a ominidi più arcaici. La sua dispersione è stata rapida, come indica l'antichità dei siti indonesiani in cui sono stati rinvenuti i suoi resti. Per esempio, il cranio del bambino di Modjokerto, a Giava, risale a circa 1,8 milioni di anni fa. Alcuni studiosi insistono nell'affermare che *erectus* fosse un abile navigatore, capace forse di giungere per mare fino all'Australia, ma molti ritengono tale idea un po' azzardata. Steve Webb ha scritto che "queste popolazioni [gli *erectus* vissuti nel Sud-est asiatico] furono i più probabili progenitori dei primi Australiani, molto prima dell'avvento di quelli che sono definiti esseri umani anatomicamente moderni". Chris Stringer afferma invece che gli esseri umani premoderni erano incapaci, almeno in Europa, di attraversare il mare su imbarcazioni. "Non vi è alcuna evidenza che attesti che queste popolazioni abbiano attraversato prima degli umani moderni lo Stretto di Gibilterra o le isole del Mediterraneo con un qualsiasi tipo di imbarcazione. Per quanto ne sappiamo, nessuno ha mai fatto uso di imbarcazioni prima degli esseri umani moderni".

La comparsa di *erectus* nel Sud-est asiatico è stata datata con il metodo al potassio-argon, applicato ai depositi di pomice associati ai resti dell'ominide, ottenendo età largamente accettate (vedi box nella pagina a fianco). Datare la sua estinzione, invece, è assai più complicato e controverso.

<sup>5</sup> Durante il Pleistocene, l'attuale territorio continentale del Sud-est asiatico era unito alle isole dell'Indonesia occidentale in unica terra che è stata chiamata *Sunda*, mentre la Nuova Guinea e la Tasmania erano unite all'Australia nel *Sahul*.

## Datate con i vulcani

I vetri vulcanici della pomice contengono una grande quantità di potassio, e il decadimento dell'isotopo radioattivo potassio-40 in argon-40 – un processo con un tempo di dimezzamento di 1,28 miliardi di anni – può essere così utilizzato per datare la roccia. Il prodotto figlio è un gas che non esiste né nella pomice né in altre rocce provenienti da eruzioni vulcaniche nel momento in cui la roccia si forma dalla lava, ma si accumula man mano che l'isotopo genitore decade. Gli scienziati riescono a risalire alla concentrazione di argon-40 riscaldando il campione e usando uno spettrometro di massa per contare gli atomi rilasciati. L'accuratezza della datazione è stata recentemente perfezionata estraendo degli atomi di argon dai singoli cristalli, prelevati dalla pomice grazie a un laser. Il metodo funziona meglio su campioni di almeno 100.000 anni, ma può anche essere usato su campioni meno antichi, fino a 10.000 anni di età, purché siano ricchi di potassio. I laboratori dell'Università della California di Berkeley hanno usato questo metodo per datare l'eruzione del Vesuvio del 79 d.C. Negli anni Settanta il metodo fu applicato per datare i primi ritrovamenti di australopithecini – vecchi oltre 3 milioni di anni – e può essere esteso fino a età prossime a quella della nascita della Terra, circa 4,3 miliardi di anni fa.

Nel 1931, una terrazza sopra il fiume Solo, vicino al villaggio di Ngandong, al centro dell'isola di Giava, rivelò resti di *erectus*, quarant'anni dopo che il chirurgo olandese Eugene Dubois – sulle tracce di quello che si riteneva erroneamente l'*anello mancante* tra scimmie e esseri umani – aveva scoperto il primo esemplare di *Homo erectus* nella vicina Trinil<sup>6</sup>.

Negli anni successivi, durante gli scavi organizzati a Ngandong dall'ente olandese per i rilevamenti geologici, vennero rinvenute dodici calotte craniche e diverse ossa di ominidi. Gli archeologi non trovarono nessuna traccia di resti dentari (il materiale più affidabile per la datazione diretta) e il custode dei fossili, Teuku Jacob dell'Università Gadjah Madah (che incontreremo ancora più avanti) proibì l'estrazione di campioni dai crani.

<sup>6</sup> Dubois battezzò l'"Uomo di Giava" *Pithecanthropus erectus*. Negli anni Cinquanta, tuttavia, l'esemplare di Trinil, dalla corporatura più esile, venne fatto rientrare, insieme all'"Uomo di Pechino", in una nuova unica specie, *H. erectus*.

Nel 1996, Carl Swisher, attualmente alla Rutgers University, applicò la risonanza di spin elettronico e la datazione tramite la serie dell'uranio sui denti fossili di alcuni bovidi provenienti dagli stessi livelli di Ngandong che contenevano i resti di *erectus*. Le sue analisi fornirono date tra 27000 e 53000 anni, indicando che in Indonesia *Homo erectus* era sopravvissuto fino a tempi molto recenti. Le sue datazioni furono contestate perché più recenti di 400000 anni rispetto a quelle precedentemente attribuite a questi ominidi, il che suggeriva che *Homo erectus* fosse rimasto a Giava circa 250000 anni più a lungo che nel continente asiatico e 1 milione di anni più a lungo di quanto *Homo ergaster* fosse rimasto in Africa. Alcuni scienziati hanno contestato queste datazioni sulla base di aspetti tecnici; altri si sono invece interrogati sull'effettiva associazione dei campioni dentari di bovidi con i resti di ominidi.

La situazione è riassunta nel commento di Roberts, Morwood e Westaway: "[...] l'attuale mancanza di una solida cronologia in grado di puntualizzare le più importanti svolte nelle sequenze evolutive e culturali del Sud-est asiatico rende futile ogni speculazione sulla possibilità che si siano verificati contatti tra *Homo erectus*, *Homo sapiens* e *Homo floresiensis*".

Colin Groves afferma che i risultati ottenuti dal gruppo di Westaway sulla fauna di Punung potrebbero documentare i movimenti di *erectus* conseguenti al cambiamento climatico più che l'estinzione della specie. Gli ominidi potrebbero essersi ritirati nelle foreste più secche e nei terreni aperti, ambienti per loro più congeniali, quando le foreste pluviali iniziarono a invadere larga parte dell'isola alla fine della penultima glaciazione. Se i risultati di Westaway documentassero effettivamente la scomparsa di *Homo erectus* a partire da 120000 anni fa, ciò eliminerebbe l'ipotesi che quegli ominidi fossero i progenitori degli Australiani robusti. Alan Thorne aveva precedentemente affermato che – se le date più recenti proposte da Swisher fossero risultate corrette – la popolazione rappresentata dagli esemplari di Ngandong "avrebbe dovuto avere degli antenati che sarebbero stati anche ottimi candidati per le migrazioni dal Sud-est asiatico, all'origine delle primissime popolazioni australiane".

Nel 2008, un gruppo di ricerca guidato da Yuji Yokoyama, del Muséum National d'Histoire Naturelle di Parigi, ha riaperto la que-

stione pubblicando alcune datazioni, ottenute con la serie dell'urano, che collocano i fossili di Ngandong tra 40000 e 70000 anni fa.

\*\*\*

Le ricerche genetiche fanno da contrappunto ai lavori di paleoantropologia e di datazione, mentre gli scienziati cercano di ricomporre gli itinerari della diffusione degli umani moderni. Una delle popolazioni più studiate è quella delle isole Andamane, definita da Marco Polo nel XIII secolo terra di "cacciatori di teste". I "negritos" di queste isole del Golfo del Bengala hanno avuto per secoli la fama di uccidere chiunque vi approdasse. La ferocia nei confronti degli stranieri ha contribuito a proteggere gli isolani, ma il loro futuro è sempre più incerto.

Nel 1858, gli inglesi riuscirono a mettere piede su questo territorio stabilendovi una colonia penitenziaria. Il governo coloniale cercò di "civilizzare" gli Andamani imponendo diversi cambiamenti che determinarono un crollo demografico. Il gruppo maggiore, gli Onge, è diminuito dai mille individui del 1901 a poco meno di un centinaio oggi. Gli isolani si differenziano notevolmente dagli altri asiatici e assomigliano di più ai pigmei dell'Africa. Gruppi etnici simili si ritrovano anche nelle Filippine, in Malesia e forse anche nelle giungle dell'Andhra Pradesh in India. Chi sono? Forse popolazioni relitte connesse alla prima diffusione di *Homo sapiens* dall'Africa all'Australasia?

Le analisi del DNA condotte su resti di 100-150 anni fa di indigeni delle Isole Andamane, che hanno una posizione centrale nel dibattito sull'evoluzione umana, misero in discussione le ipotesi che gli abitanti di questo territorio, isolati per decine di migliaia di anni, fossero una popolazione relitta discendente direttamente dai primi uomini moderni usciti dall'Africa. "Dal punto di vista genetico, sembra piuttosto che abbiano un'origine asiatica", afferma Chris Stringer. "Sono popoli asiatici, e i loro scheletri contengono linee di discendenza genetica legate all'Asia, linee che però, finora, non sono state rilevate nelle popolazioni odierne. Nei 20 individui che abbiamo campionato sono presenti tipi di DNA che non sarebbero, altrimenti, mai venuti alla luce"<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Conversazione con Chris Stringer, 3 agosto 2007.

Oltre quarant'anni fa, il genetista italiano Luigi Luca Cavalli-Sforza, dell'Università di Stanford, avviò un progetto di ricerca che si proponeva di ricostruire, mediante studi genetici, la diffusione degli esseri umani moderni. Il suo metodo si basava su 20 geni associati a 5 gruppi sanguigni studiati in 15 popolazioni indigene dei diversi continenti. Il primo albero evolutivo, che prese forma quando l'allora moderno computer dell'Università di Pavia macinò lentamente tutti i dati forniti, mostrò che tra i gruppi africani e gli Aborigeni d'Australia intercorreva la massima distanza genetica<sup>8</sup>. Questi primi dati non consentirono di identificare l'origine dell'albero, sebbene l'analisi suggerisse una prima separazione tra afro-europei e asiatici. Ancora oggi, mentre si accetta in generale un'origine africana, le epoche e i percorsi della diffusione degli esseri umani restano controversi.

I primi modelli *out of Africa* supponevano che si fosse verificata, 45000 anni fa circa, una diffusione dall'Africa sub-sahariana verso nord, attraverso il Levante e la costa orientale del Mediterraneo. I modelli successivi suggerirono invece una diffusione più antica, tra 70000 e 60000 anni fa, probabilmente attraverso lo Stretto di Bab el Mandeb, nella parte meridionale del Mar Rosso. Poi gli umani avrebbero seguito la costa della penisola arabica e quindi attraversato l'India, dirigendosi verso l'Asia sud-orientale e l'Oceania. Archeologi, paleoantropologi e genetisti continuano la forsennata ricerca delle tracce lasciate da questo esodo durante il Pleistocene.

Nel sito della valle di Jwalapuram nell'Andhra Pradesh, in India, un gruppo dell'Università di Cambridge, coordinato dall'archeologo Michael Petraglia, ha rinvenuto strumenti litici, che sono stati datati dall'australiano Richard Roberts con il metodo OSL. I manufatti risalgono a 77000 anni fa, rendendo questo sito indiano il più antico in cui si siano ritrovate evidenze di *Homo sapiens*. Gli utensili litici sono stati rinvenuti in alcuni strati sedimentari sia sopra sia sotto uno strato di sottile cenere lavica proveniente dalla gigantesca eruzione di 74000 anni fa del vulcano Toba a Sumatra. Si trattò dell'esplosione vulcanica più devastante degli ultimi 2 milioni di

<sup>8</sup> Il concetto di distanza genetica è stato introdotto da Cavalli-Sforza e Edwards nel 1964, sulla base delle differenze tra frequenze percentuali della forma di un gene. La distanza venne poi mediata su un alto numero di geni e a tal fine furono sviluppati complessi algoritmi matematici.

## Ai tempi dell'esodo

Dopo l'ultimo periodo interglaciale, circa 120000 anni fa, iniziò un raffreddamento climatico globale che sarebbe durato 100000 anni. I record sedimentari del Lago Malawi in Africa attestano un grave periodo di aridità nell'Africa tropicale tra 135000 e 75000 anni fa. Circa 70000 anni fa, tuttavia, il clima tornò a essere mite. Secondo uno studio pubblicato su *Proceedings of the National Academy of Sciences* nel 2007, durante questo periodo nell'Africa orientale e meridionale si verificò un notevole aumento nella complessità della tecnologia e del comportamento sociale, che potrebbe aver portato a un'espansione demografica. La necessità di cercare nuove risorse potrebbe spiegare la successiva dispersione fuori dall'Africa.

Ma cosa ci dice il DNA sulle popolazioni africane di questo periodo? Uno studio condotto da Doron Behar, del Centro di ricerca medica Rambam, in Israele, e da Spencer Wells, ha ricostruito la storia degli *H. sapiens* africani analizzando 624 genomi mitocondriali completi, prelevati da abitanti dell'Africa sub-sahariana. La ricerca, pubblicata su *American Journal of Human Genetics* nel 2008, suggerisce che solo alcune linee materne sorte nei primi 100 millenni di vita di *H. sapiens* siano sopravvissute: la nostra specie è riuscita a superare un periodo particolarmente difficile, rischiando l'estinzione. Nelle decine di millenni successivi all'inizio dell'esodo, si svilupparono in Africa oltre 40 linee materne in isolamento, ma solo 2 lasciarono il continente. Molti gruppi si riunirono durante la rivoluzione del Late Stone Age africano, circa 40000 anni fa. Solamente il gruppo etnico Khoisan rimase isolato, fino a qualche secolo fa, quando il suo territorio venne invaso da tribù africane provenienti da nord, e dagli Europei arrivati da sud.

anni, che scagliò nell'atmosfera circa 3000 chilometri cubici di rocce e ceneri. Secondo alcuni archeologi questo rinvenimento è la prova che, nonostante tutto, gli umani moderni sopravvissero al disastro ecologico e continuarono il loro viaggio verso l'Australia.

Putroppo non vi sono resti di ossa umane in questa regione, ma si possono cercare ulteriori informazioni nel sangue delle popolazioni viventi. Uno studio sul legame filogenetico tra popolazioni relitte indiane e Aborigeni australiani è stato pubblicato nel 2009 su *BMC Evolutionary Biology*. L'analisi di 966 genomi mitocondriali in 26 tribù relitte dell'India ha identificato 7 genomi che spartiscono 2 polimorfismi con l'aplogruppo M42, che identifica gli Aborigeni australiani. Dallo studio si deduce anche una data per la diver-

genza tra i gruppi indiani e quelli australiani, intorno a 55 000 anni fa, compatibile con l'epoca della colonizzazione dell'Australia.

\*\*\*

Un altro studio di genetica, pubblicato nel 2007 su *Proceedings of the National Academy of Sciences*, ha confrontato 172 campioni di DNA mitocondriale e 522 campioni di cromosoma Y di Aborigeni e indigeni della Nuova Guinea con quelli di popolazioni di tutto il resto del mondo. Il gruppo ha analizzato diversi frammenti del genoma mitocondriale, comprese alcune stringhe chiamate segmento 1 ipervariabile e segmento 2 ipervariabile nelle regioni di controllo, dette anche non codificanti. Tali regioni non recano geni, ma mutano rapidamente e sono spesso oggetto di studio privilegiato nella genetica delle popolazioni. Gli scienziati hanno inoltre analizzato diversi *marker* (mutazioni conosciute), che collocano le popolazioni nell'albero genealogico umano globale. Per il numero di geni e segmenti esaminati, lo studio è uno dei più dettagliati effettuati sinora. Entrambi i tipi di DNA – sia quello mitocondriale sia quello del cromosoma Y – raccontano la stessa storia.

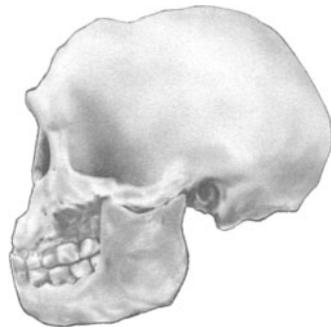
I risultati indicano che gli Aborigeni australiani sono di origine africana e che l'*Homo erectus* locale (del Sud-est asiatico) non ha lasciato tracce nel loro patrimonio genetico. Inoltre le sequenze del DNA mitocondriale e quelle del cromosoma Y mostrano una biforcazione tra le popolazioni australiane e la maggior parte di quelle presenti intorno all'Oceano Indiano, suggerendo un lungo periodo di isolamento dopo l'iniziale colonizzazione. Si è anche scoperto che gli australiani sono più strettamente imparentati con gli abitanti della Nuova Guinea e che quindi entrambi i gruppi derivano probabilmente da una singola popolazione fondatrice, che, secondo i calcoli dell'orologio molecolare condotti dal gruppo, colonizzò la regione circa 50 000 anni fa. Sulla base del tasso di mutazione dell'intero genoma del DNA mitocondriale, sarebbero stati sufficienti 5000 anni circa per compiere il viaggio dall'Africa all'Australia.

Se non incontrarono l'*erectus* indonesiano, forse i *sapiens* incapararono in altri ominidi ancora più bizzarri. La recente scoperta degli *hobbit* in Indonesia ha scatenato una battaglia tale da far apparire amabili conversazioni le precedenti dispute sul DNA dell'Uomo di Mungo.

# Hobbit

Dopo un corso accelerato di odontoiatria presso un dentista di Adelaide, Alan Cooper e Jeremy Austin si preparavano a trapanare lo smalto dentale di uno dei molari dell'*hobbit*, per ottenere un minuscolo campione di dentina da usare per l'analisi del DNA fossile. Per portare a termine la missione, i due si erano procurati un trapano da dentista e una valigetta completa di ambiente sterile.

Il Centro nazionale indonesiano per l'archeologia (Arkenas) si trova a Giacarta, e gli studiosi australiani attendono pazientemente in un stanza vicino all'ingresso piena di centinaia di contenitori accatastati che traboccano di manufatti in pietra e ossa animali, tra i quali cinghiali, elefanti nani e ratti giganti. Il materiale copre oltre 100000 anni di storia evolutiva nello strano regno a est della Linea di Wallace: è il frutto di anni di scavi condotti sull'isola di Flores dall'archeologo Mike Morwood, che coordina il gruppo di scienziati australiani e indonesiani che nel 2003 scoprì i resti di un nuovo ominide. Manca però l'ultima scoperta di Morwood, l'*hobbit*, gelosamente custodito nella cassaforte del direttore dell'Arkenas, Tony Djubiantono. Esso fu classificato nel 2004 da Peter Brown dell'Università del New England come appartenente a una nuova specie umana, *Homo floresiensis*, ma per il pubblico e i media ha assunto il nome del personaggio di Tolkien. Alla scoperta è seguito un periodo di tensione e incertezza che



*Homo floresiensis*

dura tuttora. In verità, per condurre ricerche sul materiale di Flores occorrerebbe l'astuzia politica di un moderno Machiavelli.

In quel giorno di gennaio 2006, anche Morwood si trovava presso l'Arkenas insieme a Wahyu Saptomo, uno dei pochi scienziati del gruppo di ricerca che nel 2003 si trovava ancora a Liang Bua, alla fine di una stagione di scavi durata due mesi, quando venne scoperto l'esemplare di *hobbit*. Una delle difficoltà che gli specialisti del DNA fossile hanno dovuto affrontare riguardava il modo migliore per prelevare il campione senza danneggiare il prezioso esemplare, denominato Liang Bua 1 (LB1). L'Arkenas ha oggi molto a cuore il problema del prelievo dei campioni, soprattutto da quando l'*hobbit*, secondo gli scopritori, è stato danneggiato mentre era nelle mani di scienziati rivali. Un'altra difficoltà deriva dalla necessità di ottenere un campione immune dalla contaminazione di DNA moderno. Rispetto alle ossa, i denti avevano maggiore probabilità di conservare DNA antico non contaminato da parte della moltitudine di persone che ha maneggiato i resti dell'*hobbit*.

Un altro gruppo di ricerca sul DNA, diretto da Svante Pääbo, aveva raccolto un campione dentario solo poche settimane prima. Cooper e Pääbo hanno fatto a gara per vedere se le molecole potevano risolvere il dibattito imperniato su quelle ossa: aveva ragione Peter Brown nel classificare l'*hobbit* come nuova specie umana, oppure, come sostengono i suoi rivali, il campione appartenesse a un uomo moderno affetto da microcefalia o da qualche altra malformazione genetica? La questione ha implicazioni enormi nel confronto tra la teoria *out of Africa* e quella multiregionale, dibattito in cui l'odontoiatria è peraltro un tema ricorrente.

Sin dalla pubblicazione della ricerca su *Nature* nel 2004, Brown, sostenitore del modello *out of Africa*, è stato impegnato in una accesa disputa con gli scienziati australiani e indonesiani sostenitori della tesi multiregionale. Un dibattito accademico sul cammino evolutivo dell'uomo è stato trasformato e amplificato in uno scandalo di risonanza internazionale. Si è assistito a episodi deplorabili come il sequestro dell'esemplare di *hobbit*, il blocco momentaneo delle ricerche e l'accanita rissa, condotta sui media, tra singoli scienziati e tra istituti di ricerca, per non parlare della strumentalizzazione delle tensioni politiche tra Australia e Indonesia, con accuse di intenti egemonici e neocolonialisti da parte della scienza occidentale. A gettare altra benzina sul fuoco è inter-

venuta anche la lotta politica all'interno del gerarchico mondo accademico indonesiano. Finora, tuttavia, nessuno dei due gruppi di ricerca è riuscito a estrarre DNA dai resti dell'*hobbit*.

Nel tentativo di scoprire quando gli uomini moderni avessero raggiunto l'Indonesia, nel loro viaggio verso l'Australia, Morwood stava lavorando già da molti anni nell'isola di Flores, prima di concentrare l'attenzione delle sue ricerche su Liang Bua nel 2001. Ma questa grotta custodiva segreti ancora più straordinari.

Flores è un'isola dall'aspetto selvaggio, situata tra Giava e Timor; lunga 360 chilometri, ha una larghezza massima di 70 chilometri. In millenni di storia ha attirato diversi tipi di viaggiatori, ma negli ultimi tempi i suoi laghi montani, le lussureggianti foreste pluviali e i temibili vulcani hanno incuriosito solamente gli avventurieri e gli scienziati più arditi. I coloni portoghesi, approdati nel 1515, costituiscono l'ultima grossa ondata di immigranti: intorno al 1570 sbarcarono a Flores i missionari e nel 1630 l'esercito lusitano innalzò una fortezza al centro dell'isola. I missionari e i *rajah* riuscirono a migliorare le relazioni tra i portoghesi e la popolazione locale, che assimilò la religione cattolica integrandola nell'universo animista che tuttora resiste, insieme alle più recenti presenze buddiste e islamiche. Fin dal XII secolo, avevano intrattenuto rapporti commerciali con l'isola anche i cinesi e altre popolazioni asiatiche, attratti in Asia meridionale e in Australia anche dal *trepanng* (un alimento tratto dall'oloturia, o cetriolo di mare, il cui prezzo sul mercato cinese era molto elevato).

In tempi più antichi, all'epoca degli *hobbit*, lo stegodonte nano (un antico elefante pigmeo) era uno dei piatti principali della cucina locale, e il gruppo di Morwood ha rinvenuto prove delle macellazioni. Probabilmente altre valide fonti proteiche furono rappresentate da ratti giganti e draghi di Komodo; questi ultimi, verosimilmente, non esitavano a restituire il favore agli ominidi. Questi enormi varani sono gli unici animali ancora in grado di fornire ai turisti un'indimenticabile esperienza nel ruolo di preda, poiché talvolta attaccano i visitatori della vicina isola di Rinca, oggi parco nazionale, in scene degne dei velociraptor di *Jurassic Park*. I guardiani dell'isola hanno intrattenuto Tuniz con la recente storia – raccontata con distacco e dovizia di particolari – di un turista svizzero, appassionato fotografo, morto avvelenato in seguito al morso di un drago di Komodo e poi da questo divorato con tutta calma.

Il paesaggio dell'isola di Flores, comunque, si caratterizza per i numerosi vulcani, che condizionarono l'ambiente e forse anche i processi evolutivi sull'isola. Dalla cima del monte Kelimutu si possono osservare tre laghi vulcanici di colori diversi: verde, marrone e nero. Una violenta esplosione vulcanica, circa 13000 anni fa, potrebbe avere spazzato via gli ominidi nei pressi di Liang Bua, come suggerisce uno strato di tufo vulcanico bianco intercalato tra gli strati sedimentari. Nei dépliant turistici il tratto di strada che in circa cinque ore, porta a Ruteng dal villaggio di pescatori di Labuan Bajo sulla costa occidentale, viene generosamente chiamato "autostrada trans-Flores". Da Ruteng – dove un albergo piuttosto spartano ospita la base degli archeologi australiani e indonesiani – occorre quasi un'ora e mezza di macchina per arrivare a Liang Bua, distante solo 14 chilometri, percorrendo una strada insidiosa che si snoda tra colline, risaie e piccoli villaggi tradizionali.

La caverna calcarea, forse scenario di drammatici incontri tra diverse specie di ominidi, penetra nel fianco della collina per 40 metri; all'entrata, raggiunge una larghezza di 30 metri e un'altezza di 25; dalla volta pendono massicce stalattiti. *Homo sapiens* ha fatto la conoscenza dei suoi minuscoli cugini nel 2003, nel settore VII, vicino alla parete di sinistra, 10 metri all'interno della caverna ben illuminata. Qui venne scoperto il cranio di LB1, mentre Thomas Sutikna, membro indonesiano del gruppo di ricerca, sorvegliava il lavoro degli abitanti del villaggio Manggarai, che scavavano con le cazzuole una trincea di 2 metri per 2 nell'argilla bruna della caverna. Quando lo scavo raggiunse i 6 metri di profondità, videro un oggetto nel quale riconobbero subito un cranio. I lavori rallentarono mentre il gruppo, con appuntite spatoline di bambù, disseppelliva i resti: un cranio, una mascella completa, denti, ossa di arti inferiori e pelvi. Ci vollero tre giorni per dissotterrare i reperti e consentire alle ossa, che avevano la consistenza della carta assorbente bagnata, di solidificarsi. Il gruppo trasportò quindi i resti all'Arkenas, per sottoporli alle analisi; e qui entra in scena la politica della ricerca nell'ambito dell'accademia indonesiana.

Morwood, che all'epoca della scoperta si trovava a Giacarta, sospettò che il padre dell'archeologia indonesiana, l'ex direttore dell'Arkenas Radien Pandji Soejono, volesse consegnare i reperti all'amico Teuku Jacob, dell'Università di Gadjah Madah, noto paleoantropologo e sostenitore della teoria multiregionale. Jacob

(morto nel 2007) non faceva parte del gruppo scopritore; Soejono era ancora molto influente all'Arkenas, sebbene fosse in pensione dagli anni Ottanta. Temendo che l'eccezionale scoperta andasse perduta per l'intera comunità scientifica, Morwood volò alla volta dell'Australia e si assicurò l'aiuto di Peter Brown, con il quale tornò in fretta a Giacarta, giusto in tempo per accogliere il gruppo di ritorno dagli scavi, con il suo prezioso carico. Morwood si avvale dell'accordo sulla proprietà intellettuale tra Università del New England e Arkenas per bloccare la consegna dei reperti.

I resti non assomigliavano a nulla che Brown avesse mai visto in vita sua. Quel minuscolo ominide camminava in posizione eretta, aveva arcate sopracciliari prominenti, fronte bassa sfuggente all'indietro ed era privo di mento. Morwood ricorda ancora il momento in cui Brown riempì con semi di mostarda il cranio dell'*hobbit* per misurarne il volume cerebrale. "Ci fu un silenzio di tomba quando scoprimmo che l'ominide aveva una capacità cranica inferiore a 400 centimetri cubici". Tale valore fu poi corretto: il volume cerebrale dell'*hobbit* variava da 380 a 420 centimetri cubici. Facendo un paragone, il cervello di uno scimpanzé contiene 500 centimetri cubici di semi di mostarda e quello di un essere umano attuale 1400. Dato che il limite inferiore del genere *Homo* era di 500 centimetri cubici, veniva da domandarsi se non si trattasse di un nuovo genere. La documentazione archeologica suggeriva che, a Flores, gli *hobbit* padroneggiassero il fuoco e avessero creato un'industria litica. La scoperta metteva in discussione le stesse definizioni di *essere umano*.

Inizialmente Brown pensò che gli *hobbit* si fossero evoluti da *Homo erectus*, specie che allora si riteneva fosse approdata a Flores diverse centinaia di migliaia di anni prima. Nel 1998 Morwood e colleghi avevano ottenuto, con il metodo delle tracce di fissione<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Il metodo delle tracce di fissione è basato sull'accumulo di danni, all'interno di rocce o vetri di natura vulcanica, conseguenti alla fissione dell'uranio, ivi presente in tracce – si tratta della stessa reazione che produce energia nelle bombe atomiche e nei reattori nucleari. Quando si scindono all'interno del minerale, gli atomi radioattivi vi lasciano una traccia di fissione che si conserva per centinaia di migliaia di anni, finché la temperatura del minerale permane al di sotto di un certo livello (che peraltro viene raggiunto soltanto durante processi geologici violenti). La densità delle tracce indica il tempo trascorso dall'eruzione vulcanica che ha prodotto le rocce o i vetri esaminati.

età di oltre 840000 anni per alcuni strumenti litici rinvenuti in un altro sito, Mata Menge, nel bacino Soa al centro dell'isola.

Il missionario olandese Theodor Verhoeven aveva scoperto il sito di Mata Menge nel 1963 e aveva attribuito gli strumenti litici rinvenuti a *Homo erectus*, stimando un'età intorno a 750000 anni; all'epoca questa datazione fece scoppiare diverse polemiche.

Si era sostenuto che *Homo erectus* non possedesse le capacità di navigazione necessarie per spingersi a oriente oltre Giava, isola periodicamente connessa al continente asiatico attraverso Sumatra, quando il livello del mare calava durante le glaciazioni. Quegli antichi esseri umani sarebbero dunque rimasti bloccati, insieme alla fauna asiatica, a ovest della linea di Wallace. Durante tutto il Quaternario Flores, Timor e altre isole a est sono rimaste separate sia dall'Asia sia dall'Australia da bracci di mare, cosicché vi si ritrovano oggi specie uniche.

A metà degli anni Novanta, un gruppo di scienziati indonesiani e olandesi applicò al sito di Mata Menge la datazione paleomagnetica. Tale metodo è basato sull'instabilità del campo magnetico della Terra, i cui poli si invertono in relazione ai movimenti del nucleo di ferro fuso che ruota 3000 chilometri sotto di noi. La direzione del campo magnetico terrestre del passato è rimasta registrata nelle rocce al momento della loro formazione: questo archivio può farci risalire fino a 3 miliardi di anni fa. L'ultima inversione della polarità terrestre, quella di Brunhes-Matuyama, è avvenuta 780000 anni fa. Il livello base del sito di Mata Menge si trovava sopra lo strato corrispondente a tale inversione e i ricercatori gli assegnarono un'età di 750000 anni. Questi risultati, insieme a quelli di Morwood con le tracce di fissione, confermavano le stime originali di Verhoeven.

Nel 1998 Morwood e colleghi pubblicarono su *Nature* uno studio esaustivo riguardante sia i manufatti umani sia le ossa di stegodonte di Mata Menge, depositati in uno strato di cenere bianca spesso 1,3 metri. Si ipotizzò che *Homo erectus* fosse in grado di costruire imbarcazioni, una capacità che dovrebbe implicare un linguaggio simbolico.

L'*hobbit*, la cui conformazione pelvica suggeriva fosse di sesso femminile, pareva simile, anche se più minuto, all'*Homo georgicus* di Dmanisi (vedi p. 224), che qualcuno considera una specie intermedia tra *habilis* ed *ergaster/erectus*. Inizialmente, ritenendo che

che gli *hobbit* si fossero evoluti da *Homo erectus*, Brown ipotizzò che le loro dimensioni fisiche si fossero ridotte in seguito al lungo isolamento sull'isola di Flores. Alcune specie di grandi animali hanno ridotto le proprie dimensioni, in risposta alla pressione evolutiva che si manifesta su isole dove il cibo è scarso, mentre sono pochi i predatori o i concorrenti che potrebbero conferire un vantaggio evolutivo a grandi dimensioni corporee. In effetti, numerosi fenomeni di nanismo animale sono stati osservati in isole del Mediterraneo e dell'Artico, e ancora nella Kangaroo Island del South Australia, dove animali giganti si sono rimpiccioliti, mentre i più piccoli si sono ingigantiti. Nel museo di Siracusa si può ammirare lo scheletro completo di un elefante nano siciliano. Il nanismo insulare può anche essere una forma di pedomorfismo, fenomeno in cui gli animali adulti mantengono le caratteristiche morfologiche tipiche degli stadi giovanili. Alcuni elefanti nani presentavano infatti arti e proboscidi sproporzionatamente corti. Forse l'*hobbit* era un pigmeo pedomorfico di *Homo erectus*.

Eguale sorprendente fu l'età relativamente recente dei resti. Richard Roberts, dell'Università di Wollongong, e Kira Westaway hanno datato, con la tecnica della luminescenza, grani di quarzo e feldspato associati ai resti di LB1 a meno di 30000 anni fa. Micheal Bird, Chris Turney e Keith Fifield hanno ottenuto con il radiocarbonio un'età di 18000 anni per il carbone associato allo scheletro, usando il metodo ABOX-SC, che si era rivelato efficace sui resti di Devil's Lair, nel Western Australia.

Non vi è nessuna evidenza diretta che confermi la presenza di *Homo sapiens* a Flores prima di 12000 anni fa, ma nel loro viaggio dal continente asiatico verso l'Australia gli esseri umani moderni dovettero presumibilmente passare da un'isola all'altra dell'Indonesia. Alcuni scienziati sostengono che Flores non sia sfuggita all'ondata, ma altri non la pensano allo stesso modo. Per esempio. Colin Groves afferma che *Homo sapiens* avrebbe potuto imboccare una rotta a nord attraverso il Borneo, senza passare per Flores.

Quando, dopo innumerevoli misurazioni e analisi statistiche, Brown giunse alla classificazione dell'*hobbit* nel genere *Homo* e gli assegnò il nome *Homo floresiensis*, si scatenò un pandemonio. La classificazione poneva di fatto due specie umane fianco a fianco, nella stessa regione e nello stesso periodo temporale, facendo vacillare gli schemi dei multiregionalisti.

A quel punto, dietro pressione di Soejono, i collaboratori di Morwood dell'Arkenas consegnarono alcuni reperti dell'*hobbit* a Jacob, mentre la notizia della pubblicazione faceva il giro della comunità scientifica mondiale. Il gruppo di ricerca non aveva ancora terminato le analisi dei reperti e fece presente che quell'iniziativa violava non solo l'accordo sulla proprietà intellettuale, ma anche gli standard etici. Nel dicembre 2004 Jacob – che aveva proclamato sui media che l'*hobbit* era in realtà un essere umano moderno affetto da una malformazione del cranio, la microcefalia<sup>2</sup> – ritornò all'Arkenas per prendere il resto dei reperti.

Alan Thorne e il paleoantropologo dell'Università di Adelaide Maciej Henneberg accorsero per studiare i reperti, ma senza il bagaglio di conoscenze degli scopritori. Thorne è passato alla storia per quest'affermazione, rilasciata a *60 Minutes*, un programma dell'emittente australiana Channel 9: "Sembra che non sappiano riconoscere lo scemo del villaggio quando lo incontrano". In quello stesso periodo il gruppo scopriva altri *hobbit*, suggerendo che Liang Bua fosse un intero villaggio di scemi. Nel frattempo Jacob e colleghi fecero arrivare una troupe cinematografica per filmare e misurare le popolazioni di bassa statura che vivevano nei pressi di Liang Bua, sostenendo che si trattava di discendenti degli *hobbit*.

La diatriba sulle possibili malformazioni dell'*hobbit* si protrasse a lungo, e la diagnosi di microcefalia diede origine alla maggior parte delle polemiche. I microcefali hanno capacità craniche inferiori a 700 centimetri cubici, contro la capacità media di 1400 di un individuo sano. In genere le persone colpite da microcefalia sono basse, presentano menomazioni cerebrali e, per lo più, muoiono in giovane età. La vera microcefalia è soprattutto genetica: i crani degli individui che ne sono affetti hanno una particolare morfologia con testa a punta, scatola cranica ridotta e fronte bassa sfuggente all'indietro.

La prima pubblicazione di Henneberg e Thorne su questo tema apparve su *Before Farming*, una rivista online non sempre sottopo-

<sup>2</sup> Sembra esservi una lunga tradizione di scetticismo verso gli annunci di nuove specie di ominidi, che ne mette in dubbio l'autenticità, attribuendo i resti a essere umani con qualche patologia o a scimmie aberranti. Negli ultimi 150 anni ciò è accaduto con il Neanderthal di Fuhlrott, l'*Homo erectus* di Dubois e l'*Australopithecus* di Dart, in seguito riconosciuti come specie legittime.

sta a *peer review*. In quell'articolo i due autori affermavano che il cranio dell'*hobbit* era molto somigliante a quello di un microcefalo di 4000 anni fa, rinvenuto a Creta. Tale cranio, con una capacità di 530 centimetri cubici, apparteneva a un individuo di sesso maschile dell'età di 20 anni. Morwood e soprattutto Brown, che non ha peli sulla lingua, replicarono sulla stessa rivista: "La loro è una 'ricerca' male informata, concepita male, che non avrebbe mai potuto essere pubblicata in nessuna importante rivista sottoposta a *peer review*. Delle due l'una: o gli autori non hanno letto a dovere l'articolo sul quale hanno elaborato le loro osservazioni, o hanno una conoscenza molto frammentaria dell'anatomia evolutiva degli ominidi; o forse entrambe le cose".

A questo punto entrano in campo Dean Falk e i colleghi della Florida State University. Il gruppo di Falk, che comprendeva anche Brown, confrontò il cranio dell'*hobbit* con quelli di alcuni individui moderni, tra i quali un pigmeo e un individuo effettivamente affetto da microcefalia, e di alcuni australopitechi. Il cervello dell'*hobbit* assomigliava maggiormente a quello di *Homo erectus*, mentre l'australopiteco era al secondo posto in questa graduatoria. Il cranio meno somigliante era invece quello del microcefalo. Gli scienziati pubblicarono questi risultati su *Science*. Un gruppo guidato da Debbie Argue dell'Australian National University confrontò il cranio dell'*hobbit* con quello del reperto di Creta e con i dati ricavati da oltre 1000 crani umani moderni, provenienti da tutto il mondo. Il microcefalo di Creta rientrava all'interno dell'intervallo di variabilità degli uomini moderni, ma l'*hobbit* ne risultava escluso.

Il gruppo guidato da Jacob, e comprendente anche Thorne e Henneberg portò avanti la propria battaglia su *Proceedings of the National Academy of Sciences* nel 2006, sostenendo che LB1 discendeva da una popolazione pigmea di *Homo sapiens*, ma che mostrava anche i segni di "un'anomalia dello sviluppo, comprendente la microcefalia".

Nel 2007 Falk, coadiuvato da un gruppo di ricerca leggermente diverso, pubblicò i risultati di studi ulteriori. Stavolta gli scienziati avevano confrontato il cranio dell'*hobbit* con quelli di 10 esseri umani sani e di 9 microcefali di età, sesso ed etnia diversi, e anche con il cranio di un pigmeo. Anche questi risultati escludono che l'*hobbit* fosse affetto da microcefalia. Uno studio pubblicato dal gruppo di Falk nel 2009 ha confermato queste conclusioni.

Sono state inoltre invocate altre malformazioni, come la sindrome di Laron (un disturbo genetico che influisce sulla crescita), il cretinismo e l'ipotiroidismo congenito.

Durante la bufera scatenatasi dopo che Jacob aveva preso "in prestito" i resti dell'*hobbit*, nella *chat* di Ausarch ebbe inizio un pacato dibattito sull'etica del comportamento di Jacob, Thorne e Henneberg e sul diritto inviolabile degli scopritori di completare le proprie ricerche prima di consentire ad altri di disporre dei reperti. Ma ben presto gli scambi di opinione si fecero concitati, degenerando in una gara di insulti sulla "politica di potere". Si riaprirono vecchie ferite, legate alle scoperte del sito australiano di Jimnium. I protagonisti della diatriba sull'*hobbit* vennero definiti "gorilla dominanti che si sfidavano a duello". La discussione si elevò momentaneamente, affrontando aspetti epistemologici, con riferimenti alla realtà kantiana, alla falsificabilità e alla possibilità di considerare l'archeologia una scienza, ma poi precipitò nuovamente in bordate di insulti. A un ricercatore fu consigliato di "incassare la botta di Jacob [...] prepararsi all'assalto di Thorne e, infine, partire al contrattacco con le truppe OoA [*Out of Africa*]".

Un'iscritta al forum, autrice di testi teorici impeccabili, precisò la propria posizione scrivendo: "I dibattiti sono sempre salutari (indipendentemente dalla posizione teorica che uno può avere sulla natura della 'scienza' archeologica) [...] Ma ciò che ha sempre impedito un sano e costruttivo dibattito archeologico, specialmente in Australia, è il modo in cui i nostri gorilla con ambizioni dominanti strappano rami, si battono il petto, gridano ed emettono rumorose flatulenze, invece di impegnarsi in un dibattito costruttivo e, oserei dire, teoricamente raffinato. Se sento ancora invocare l'*autorità della scienza* credo che mi metterò a urlare". David Cameron, sostenitore del modello *out of Africa*, replicò: "Stiamo parlando di archeologia, paleoantropologia o primatologia?".

Mentre alcuni si concentravano sulle ossa dell'*hobbit*, altri rivolgevano la propria attenzione ai tessuti molli. La straordinaria illusione di Peter Schouten, che raffigurava l'*hobbit* con in mano una lancia e sulle spalle una preda – un ratto gigante di Flores – apparve sugli schermi televisivi e sulle prime pagine dei giornali di tutto il mondo. Ma molte donne si sentirono oltraggiate dal fatto che fosse stato raffigurato un cacciatore maschio e non invece una femmina, come sarebbe stato più corretto, ed espressero il loro

disappunto all'interno di Ausarch. Alcune contestarono anche il soprannome attribuito alla nuova specie, che avrebbe dovuto essere, a rigore, un nome femminile: *Flo*, per esempio, si era conquistato molte simpatie. Mentre "si preoccupava e torceva le mani" per la scomparsa dei reperti di *hobbit*, Morwood avrebbe avuto "tutto il tempo per far disegnare un esemplare di sesso femminile", come scrisse una delle iscritte al forum.

La controversia si era ormai propagata, coinvolgendo anche il pubblico. In una lettera al direttore del quotidiano *The Weekend Australian* dello Stato di Victoria, Margaret Roberts scrisse: "Arrendevi, uomini. Il sorprendente esemplare della nuova specie di uomini-pigmei – *l'hobbit* di Flores – è palesemente donna. Ma allora perché l'illustratore Peter Schouten l'ha disegnata con gli attributi sessuali maschili?"

Jacob restituì finalmente *l'hobbit* nel febbraio del 2005; ma nel suo laboratorio il fragile esemplare era stato danneggiato durante il rilevamento dei calchi, lamenta il gruppo degli scopritori, che aveva evitato questa procedura ricorrendo invece alla TAC. Una parte del danno riguardava la mandibola, cosa che impedì al gruppo di Morwood di far fronte alla richiesta dei *referee* di verificare le dimensioni critiche del cranio, in relazione a un secondo articolo sottoposto a *peer review* da parte di *Nature*.

La disputa sullo scheletro dell'*hobbit* vide gli scienziati australiani esclusi per un anno dalle ricerche in Indonesia, finché non si calmarono le acque. Nel loro libro *The discovery of the hobbit* (La scoperta dell'*hobbit*), Morwood e Penny Van Oosterzee scrivono: "Thorne, Henneberg e Jacob appartenevano tutti alla 'scuola multiregionalista' dell'evoluzione umana [...]. Alcuni hanno sostenuto che l'individuazione di una nuova specie umana a Flores indebolisce la posizione dei multiregionalisti [...]. Solo il pregiudizio ideologico può spiegare la pervicacia di Jacob e dei suoi accoliti nel sostenere che *l'hobbit* fosse un umano moderno, nonostante l'accumularsi dei dati che provavano il contrario". E proseguono: "Non si è trattato di un dibattito scientifico genuino tra due gruppi di scienziati intenti a soppesare le evidenze con competenza e obiettività. L'altra parte puntava solamente a indebolire la collaborazione durevole e produttiva che si era instaurata tra le istituzioni australiane e indonesiane, impedendoci di condurre analisi, pubblicare articoli e ottenere il riconoscimento dovuto".

Alla richiesta di spiegare perché *l'hobbit* costituisse un problema per i multiregionalisti, Brown rispose: “[*Homo floresiensis*] è contemporaneo all'uomo moderno, anche se, evidentemente, appartiene a una specie diversa e non possiede nessuna delle cosiddette caratteristiche regionali che i multiregionalisti sostengono debbano ritrovarsi in tutti gli ominidi di quella zona geografica. A loro piace l'idea di un'unica linea evolutiva senza rami laterali. Ecco perché questa classificazione non gli sta bene, e stanno disperatamente sostenendo l'ipotesi di una patologia o di qualche altro tipo di malformazione per cercare di cavarsi fuori dal pantano in cui si sono cacciati”<sup>3</sup>.

Già nel 2005, vennero ritrovate ossa degli arti superiori e altri resti dell'*hobbit*, e Brown cominciò ad avere qualche incertezza circa la sua collocazione tassonomica. Nel secondo articolo pubblicato su *Nature*, lo scienziato scrisse che gli ominidi, condividevano alcune caratteristiche con il genere *Homo*, ma ne avevano anche altre in comune con ominidi molto più antichi, come la famosa *Lucy* etiope (*Australopithecus afarensis*) di 3,2 milioni di anni fa, o il bambino di Taung sudafricano (*Australopithecus africanus*) di 2,5 milioni di anni fa.

Entro il 2007, il gruppo di ricerca aveva raccolto i resti di altri 6-9 esemplari di *hobbit* (il numero variava a seconda dell'assemblaggio degli scheletri), che avevano età comprese tra 20000 e 12000 anni. Gli strumenti litici coprivano un periodo che andava da 95000 a 12000 anni fa e assomigliavano ai manufatti di Mata Menge, risalenti a 800000 anni or sono. Quasi tutti i metodi di geocronologia disponibili sono stati impiegati a Liang Bua (dal radiocarbonio alla termoluminescenza, dall'OSL alla luminescenza stimolata con infrarossi, dalla serie dell'uranio all'ESR), analizzando una varietà di materiali (carbone, feldspato, carbonato di calcio e dentina).

Alla fine del 2008 diversi gruppi di ricerca avevano effettuato misurazioni sulla piccola *hobbit* e ogni centimetro della sua anatomia – dal polso al piede ad altre parti di cui solo pochi hanno mai sentito parlare – era stato esaminato e confrontato con altre specie, dagli australopitechi a tutte le specie *Homo*. Secondo Matthew Tocheri, paleoantropologo dello Smithsonian Institute, le ossa del

<sup>3</sup> Conversazione con Peter Brown, luglio 2007.

polso della *hobbit* sono simili a quelle di uno scimpanzé o di un *Australopithecus*: la mano non consentiva la stessa presa di precisione degli umani moderni. Infine, secondo Susan Larson, della statunitense Stonybrook University, le sue spalle erano uguali a quelle di *Homo erectus*.

Molti sottolineano le somiglianze tra *hobbit* e australopitechi, mentre altri scorgono affinità differenti, per esempio con *Homo habilis*, evolutosi presumibilmente più di 2 milioni di anni fa. Brown sta ancora studiando le caratteristiche dell'*hobbit* per capire se possa rientrare all'interno del genere *Homo*, pur sospettando che la sua linea di discendenza sia molto più antica. Ciò suggerisce che gli ominidi ancestrali creatori dei manufatti di Mata Menge non fossero affatto *Homo erectus*. Secondo Brown, se gli *hobbit* non sono uomini moderni, non sono nemmeno australopitechi, e cita moltissime evidenze provenienti da studi indipendenti (alcuni dei quali presentati al congresso dell'American Association of Physical Anthropologists svoltosi a Philadelphia nel 2007), secondo i quali quegli ominidi avevano "un antenato diverso da *Homo erectus*". Brown afferma che, in questo caso, l'implicazione maggiore della colonizzazione di Flores – forse avvenuta casualmente, da parte di individui aggrappati alla vegetazione e spinti da uno tsunami – è che essa costituirebbe la prima prova certa della migrazione di ominidi pre-umani al di fuori dall'Africa. Nel 2009 Brown ha pubblicato un'analisi della mandibola e dei denti di LB1, nella quale conferma che gli *hobbit* erano arrivati a Flores già con l'attuale morfologia scheletrica e dentaria, e non si erano quindi evoluti da *H. erectus* per un effetto di nanismo insulare. Secondo lo studioso, questo ominide lasciò l'Africa prima di 1,8 milioni di anni fa, attraversò l'Asia e il Sud-est asiatico, arrivò a Flores prima che *H. erectus* e *H. sapiens* apparissero nella regione e ivi sopravvisse in isolamento fino alla fine del Pleistocene. Se classificati come non appartenenti al genere *Homo*, gli *hobbit* non rappresenterebbero, in fondo, una minaccia per la teoria multiregionale. La loro colonizzazione di un'isola così distante, probabilmente a opera del caso e non di un intento preordinato, rende la scoperta di Flores ancora più straordinaria di quanto supposto in precedenza.

In uno stravagante giro di valzer, Henneberg ha affermato nel suo libro divulgativo *The hobbit trap* (La trappola dell'hobbit), pubblicato nel 2008, che uno dei molari di LB1 mostrava i segni di un

intervento odontoiatrico, suggerendo che *l'hobbit* fosse stato un moderno essere umano vissuto intorno al 1930, quando a Flores fecero la loro comparsa i dentisti. L'affermazione fu naturalmente confutata da Brown, ma ebbe un discreto seguito nei media. Per evitare l'inevitabile domanda sul perché non avesse sottoposto le sue conclusioni alla *peer review* della letteratura scientifica, Henneberg ha spiegato che, mentre alcuni membri del "gruppo della patologia" si erano trovati d'accordo con lui, la maggioranza aveva insistito affinché mantenesse segreta questa sua conclusione per paura del ridicolo. Il gruppo temeva, inoltre, che "lo scoppio di una simile bomba" potesse compromettere la pubblicazione del suo articolo, che – dopo essere stato respinto da *Nature* e *Science* – stava per essere riscritto per *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Con il passare del tempo, le ipotetiche malattie dell'*hobbit* diventano sempre più improbabili, mentre rimane alto l'interesse della comunità scientifica per le sue ossa. Nel maggio 2009 i piedi della donna di Flores sono finiti in copertina su *Nature*, la più ambita vetrina in cui un ominide possa mettersi in mostra. E, non c'è che dire, quei piedoni da venti centimetri, notevoli per una donna alta un metro, sono proprio affascinanti, un vero e proprio rompicapo paleoantropologico. Non erano certo adatti per l'andatura elegante di una sfilata di moda; è pur vero, d'altro canto, che l'alluce è ben allineato con le altre dita, come nel piede di una donna umana. Anche altre ossa del piede che agevolano il cammino bipede degli umani sono al posto giusto. Altri caratteri sono però molto primitivi, a partire dal rapporto tra la lunghezza del piede e quella della gamba, che è tipico di una scimmia antropomorfa o di una australopiteco. Le dita laterali ricurve, inoltre, non sono sicuramente adatte alla corsa veloce e sono assai diverse anche da quelle di *Homo erectus*, dal quale si era supposto che *l'hobbit* si fosse evoluto attraverso il cosiddetto nanismo insulare. Tale mosaico di caratteristiche appare anche in altre parti dello scheletro, confermando che forse i progenitori dell'*hobbit* andrebbero in realtà ricercati nelle più antiche linee di discendenza africane, tra gli *Homo habilis*, se non addirittura tra gli *Australopithecus*.

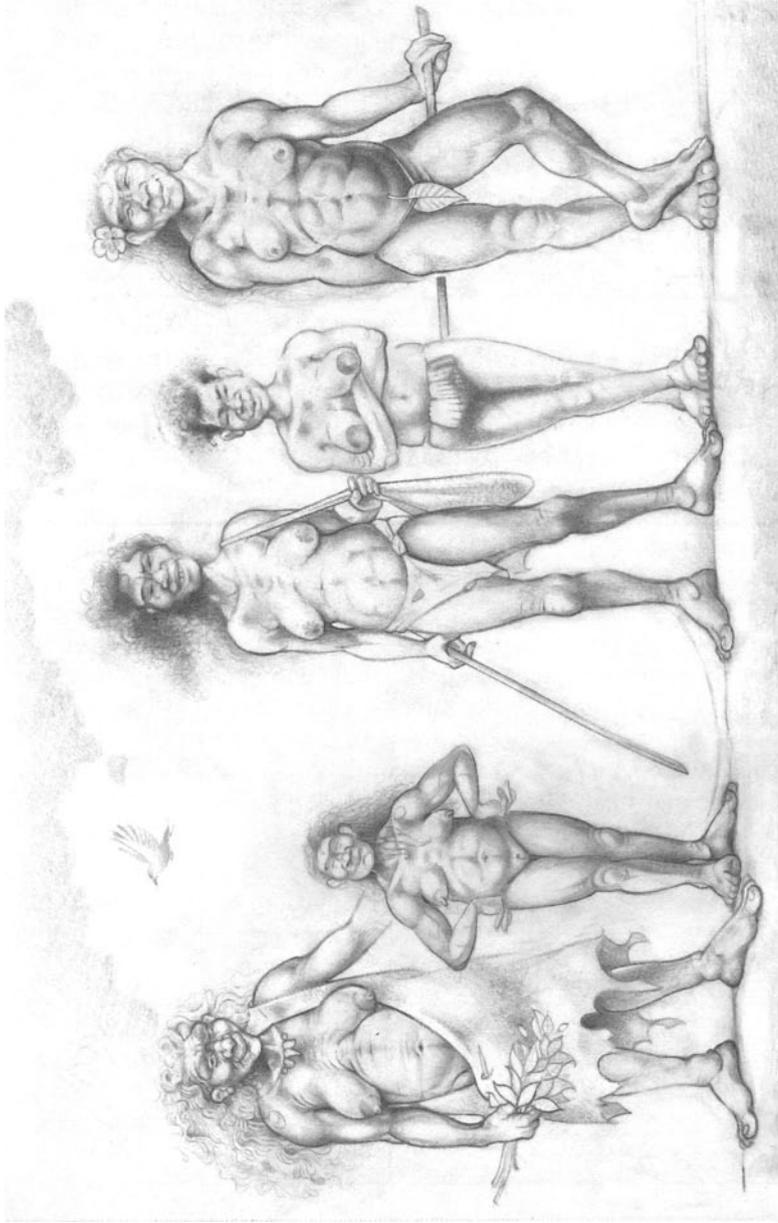
Nel 2009, Debbie Argue e collaboratori hanno utilizzato l'analisi cladistica per determinare la posizione filogenetica dell'*hobbit*. Ne sono risultati due alberi filogenetici con lo stesso grado di par-

simonia, in uno *H. floresiensis* emerge prima di *H. habilis*, nell'altro dopo. Non si sono trovate relazioni filogenetiche con *H. sapiens*, ma è stata anche rigettata l'ipotesi che l'ominide sia derivato in seguito a nanismo insulare da *H. erectus*. L'origine e l'identità dell'*hobbit* rimangono dunque ancora un mistero.

Nel frattempo Morwood e colleghi proseguono la caccia forsennata a nuovi indizi e continuano gli scavi, non solo a Flores, ma anche in altre isole della regione.

\*\*\*

Tra 50000 e 40000 anni fa, il clima mite del periodo interstediale favorì la diffusione degli esseri umani moderni dall'Asia occidentale e dalle basse latitudini verso l'Europa e l'Asia. Nel sud della Russia, in un sito sul fiume Don, sono stati rinvenuti strumenti litici moderni e ornamenti di avorio intagliato all'interno di strati sedimentari datati tra 45000 e 42000 anni fa con la tecnica OSL. Forse questi *H. sapiens* furono sorpresi nello scoprire che anche quelle terre erano già abitate, ma da uomini meno primitivi di quelli del Sud-est asiatico. I Neanderthal – come questi ominidi sarebbero stati chiamati molti millenni dopo dagli umani moderni dell'Olocene più recente – erano stati i dominatori incontrastati dell'Europa per oltre 250000 anni, e già a partire da 150000 anni fa avevano esteso la propria sfera d'azione all'Asia occidentale. Circa 40000 anni fa, avevano raggiunto l'Asia centrale e la Siberia meridionale; ma non arrivarono mai nel Sud-est asiatico.



H. neanderthalensis

H. floresiensis

Donna di Mungo

Negrita delle Andamane

H. erectus

# Neanderthal

“Alcuni scienziati difendono i Neanderthal come se fossero una minoranza ingiustamente discriminata [...] e talvolta alcuni antropologi culturali considerano quasi dei razzisti quelli come me, per via delle caratteristiche che attribuiamo ai Neanderthal”, afferma Chris Stringer, il cui primo progetto su questi ominidi risale a quando faceva la scuola elementare, all'età di nove anni<sup>1</sup>.

Le controversie circa le relazioni intercorse tra Neanderthal e uomini moderni iniziarono quando *Homo neanderthalensis* fu classificato come specie distinta, sulla base delle ossa scoperte nel 1856 a Feldhofer, nella valle di Neander, da operai che estraevano dalle cave il calcare destinato allo sviluppo urbanistico delle vicine città di Düsseldorf e Colonia. Nessuno si rese conto di quanto importante fosse – per il successivo dibattito sull'evoluzione umana – questa scoperta avvenuta quindici anni prima che Darwin, un po' riluttante, pubblicasse *L'origine dell'uomo*. Dei resti di Feldhofer si sarebbe interessato poco dopo Thomas Huxley, il “mastino di Darwin”, che nella sua opera *Evidence as to Man's Place in Nature* (Il posto dell'uomo nella natura), cercò di confrontare il cranio di un Aborigeno australiano con quello dell'Uomo di Neanderthal.

Oggi, i fautori del modello multiregionale e quelli del modello *out of Africa* discutono senza tregua sulla posizione dei Neanderthal nel percorso dell'evoluzione umana. Questi ominidi arcaici e tozzi – con naso grosso, mento sfuggente, arcate sopracciliari prominenti e cranio possente dotato di uno *chignon* osseo occipitale – erano abbastanza attraenti, per gli aitanti e snelli *Homo sapiens* che invasero il loro territorio 40000 anni fa, da poter contribuire con i

<sup>1</sup> Conversazione con Chris Stringer, 7 gennaio 2007.

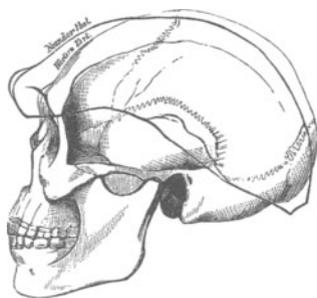


Illustrazione tratta dal libro di Thomas Huxley *Evidence as to Man's Place in Nature* (1863), nella quale si cercava di confrontare il cranio di un Aborigeno australiano con il profilo di un cranio neanderthaliano

propri geni al patrimonio genetico degli esseri umani moderni? I due gruppi ebbero cioè relazioni tali da generare una progenie in grado di riprodursi? I multiregionalisti sostengono che tra i due gruppi vi sono stati incroci e che i Neanderthal sono confluiti nelle popolazioni umane moderne. I fautori del modello *out of Africa* ritengono invece che tra i due gruppi non vi sia stato scambio genetico (o che questo abbia avuto carattere puramente occasionale) e che gli umani moderni abbiano rimpiazzato i Neanderthal con una guerra lampo oppure grazie a un vantaggio competi-

tivo nei loro confronti, complice la variabilità climatica estrema che caratterizzò la seconda fase dell'ultima era glaciale (vedi box). Ecco ripresentarsi il problema del ruolo degli umani moderni e dei cambiamenti ambientali nell'estinzione di una specie.

L'immagine dei Neanderthal è tuttavia cambiata drasticamente dalla prima metà del secolo scorso, quando gli ominidi venivano

## Il clima pazzo di OIS 3

Le analisi degli isotopi leggeri (in particolare dell'ossigeno) nelle carote di ghiaccio e nei sedimenti oceanici e quelle dei pollini nei sedimenti lacustri (come quelli del Lago Grande di Monticchio in Lucania) indicano che durante OIS 3 (stadio isotopico dell'ossigeno 3), tra 60 000 e 30 000 anni fa, in Eurasia il clima divenne estremamente instabile, con periodi caldi e freddi estremi, che si alternavano nell'arco di poche decadi. Durante i periodi freddi, i ghiacci avanzavano e la tundra rimpiazzava le foreste, e viceversa durante i periodi più tiepidi. I cambiamenti del paesaggio si riflettevano nel tipo di animali disponibili per la caccia, mettendo a dura prova i piccoli gruppi di Neanderthal, che divennero sempre più frammentati sul vasto territorio che occupavano, dalla penisola iberica alla Siberia e al Medioriente.

dipinti come cavernicoli ottusi e scimmieschi. Secondo l'esperta di iconografia Stephanie Moser, dell'Università di Southampton, raffigurazioni come quella dell'artista František Kupka, apparsa nel 1909 sull'*Illustrated London News*, che dipingeva il Neanderthal di La Chapelle-aux-Saints come un rozzo omaccione preistorico, hanno influenzato intere generazioni.

Secondo João Zilhão, paleoantropologo di rara franchezza dell'Università di Bristol, le ingenerose rappresentazioni dell'ominide sarebbero il retaggio dei tempi in cui "i Neanderthal venivano strumentalizzati per difendere la visione etnologica dominante della classificazione delle razze [...]. Oggi non è più accettabile stilare una classificazione delle razze umane, ma nella cultura occidentale è ancora prevalente l'esigenza, politica o religiosa, di posizionare *noi* all'apice della scala della vita [...]".

Oggi i Neanderthal hanno i loro *fan* e un buon seguito mediatico, e i loro scheletri, così come le grotte di ritrovamento, sono diventati vere attrazioni turistiche. Nel 2009 il primo ministro olandese in persona ha celebrato ufficialmente il ritrovamento del primo Neanderthal dei Paesi Bassi nel Mare del Nord.

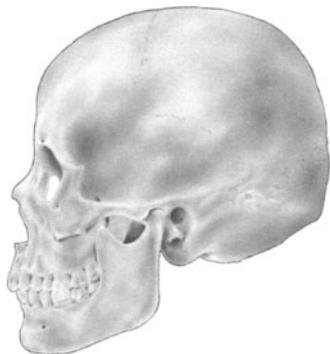
Nel 2006 un gruppo svizzero-tedesco ha costruito un modello di Neanderthal a grandezza naturale, proprio in concomitanza con i festeggiamenti del centocinquantenario della scoperta nella grotta in una stretta valle incisa dal fiume Düssel. Per delineare i tratti del viso, gli scienziati hanno ricalcato i tessuti molli degli svizzeri moderni, conferendo al modello un incarnato rubizzo, che suggerisce una certa propensione per la buona cucina e il buon vino. Durante le celebrazioni, nel curatissimo prato dove si trovava la cava di Feldhofer, completamente distrutta dai minatori molto tempo fa, il redivivo Uomo di Neanderthal ha posato, lancia alla mano, rivolgendo uno sguardo malizioso a Chris Stringer, Paul Mellars, Jean-Jacques Hublin e agli altri "neanderthalisti" che gli si erano affiancati per la foto di gruppo. Il museo locale espone le ricostruzioni di intere famiglie neanderthaliane collocandole sullo sfondo di paesaggi dell'era glaciale, oppure in un contesto più moderno, abbigliati come i tedeschi di oggi, in giacca e cravatta.

Ricostruzioni come queste sono amate sia dal pubblico sia dai paleoantropologi, e la genetica le arricchisce di dettagli. Le discussioni accademiche si muovono tra ossa, date, geni, segni di rappresentazioni simboliche e di livelli di complessità nei siti archeologici,

fino alla “decostruzione” degli studiosi convinti della “alterità” dei Neanderthal.

I primi esponenti del genere *Homo* (*H. ergaster* e forse persino *H. habilis*) comparvero all'estremità orientale dell'Europa non più tardi di 1,8 milioni di anni fa, in seguito alla diffusione *out of Africa* I. I crani rinvenuti a Dmanisi, in Georgia – che alcuni paleoantropologi attribuiscono a *H. georgicus*, una nuova specie del genere *Homo* – sono tra i reperti più antichi d'Europa. Altre importantissime tracce, tanto affascinanti quanto elusive, sono costituite dagli strumenti della tecnologia litica di Olduvai (tre nuclei e alcune schegge), datati tra 1,7 e 1,3 milioni di anni fa e provenienti dalle grotte calcaree di Pirro Nord, in Puglia. Le linee di discendenza di queste popolazioni del Pleistocene inferiore – che vivevano tra pianure aperte e brulle e foreste abitate da ippopotami, babbuini e tigri dai denti a sciabola – si estinsero. Nel Pleistocene medio, 1 milione di anni più tardi, entrarono in scena altri ominidi, che sono stati assegnati a una sconcertante varietà di specie: *H. antecessor*, *H. cepranensis*, *H. heidelbergensis*, *H. petraloniensis* e *H. steinheimensis*. Molti paleoantropologi, però, non riconoscono alcune di queste specie.

Se si esclude *Homo georgicus*, il fossile umano più antico di cui si abbia conoscenza in Europa è una mandibola associata alla tecnologia di Olduvai, rinvenuta recentemente in una grotta del sito spagnolo di Sima del Elefante, cui è stata attribuita un'età di 1,2-1,1 milioni di anni con il metodo della datazione cosmogenica basato



*Homo sapiens*



*Homo neanderthalensis*

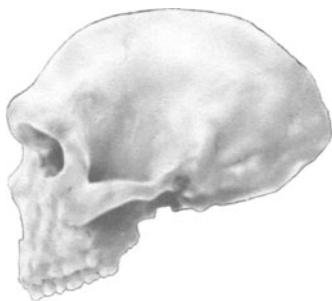
## Orologi cosmici

Quando i cristalli di quarzo delle rocce che si trovano sulla superficie terrestre sono bombardati dai raggi cosmici secondari (muoni e neutroni originati dalla radiazione primaria di origine galattica), le reazioni nucleari producono isotopi radioattivi di berillio-10 (che ha un tempo di dimezzamento di 1,5 milioni di anni) e di alluminio-26 (tempo di dimezzamento di 0,7 milioni di anni). Il berillio-10 è prodotto dalle reazioni nucleari tra i raggi cosmici secondari e l'ossigeno del quarzo, mentre l'alluminio-26 è prodotto dalle reazioni con il silicio. Ma quando i cristalli vengono sepolti a diversi metri di profondità, fuori dalla portata dei raggi cosmici, la produzione di radioisotopi cessa. Il decadimento radioattivo impoverisce la concentrazione degli isotopi cosmogenici, che fungono così da cronometri e la loro abbondanza misura il tempo trascorso dall'ultima esposizione ai raggi cosmici. La loro concentrazione isotopica varia da una parte per 1000 miliardi a una parte per un milione di miliardi. Per contare questi atomi rari si deve usare la spettrometria di massa con acceleratore (vedi pp. 48-50). La concentrazione degli atomi di berillio-10 e di alluminio-26 permette di datare la "sepoltura" dei sedimenti e di stimare l'età di reperti fossili risalenti anche ad alcuni milioni di anni fa.

sugli isotopi alluminio-26 e berillio-10, lo stesso impiegato per i reperti di *Australopithecus* di Sterkfontein. Quest'età è stata confermata da datazioni paleomagnetiche e biostratigrafiche. I paleoantropologi spagnoli ritengono che questi ominidi siano associati all'espansione di popolazioni orientali, forse evolutesi da *Homo georgicus*, in seguito a una speciazione nella penisola iberica.

Per i fautori del modello *out of Africa*, questi diversi ominidi europei sono rami morti dell'albero dell'evoluzione umana, ma per i multiregionalisti erano varianti di *H. sapiens*. Si sa di paleoantropologi che non si sono più rivolti la parola dopo furibonde discussioni sulla tassonomia di *Homo*. Uno studio del 2007, condotto su oltre 5000 denti provenienti da fossili di *Homo* e *Australopithecus*, suggerisce che il patrimonio genetico degli europei del Pleistocene inferiore e medio sia stato influenzato dagli ominidi asiatici in misura superiore a quanto previsto dall'ipotesi *out of Africa I*.

Dal caos delle dispersioni di popolazioni del Pleistocene medio, *Homo heidelbergensis* – probabile discendente dell'africano *Homo ergaster* – si è evoluto in Europa in *Homo neanderthalensis*, forse



*Homo heidelbergensis*

già 400 000 anni fa. Questo valore è frutto di studi genetici, tuttavia le ricerche archeologiche collocano i Neanderthal tra 250 000 e 350 000 anni fa. Ai resti di un *Homo heidelbergensis* europeo, rinvenuti in un sito nei dintorni di Trieste, è stata recentemente attribuita un'età di quasi 500 000 anni. Anche in questo caso, l'identificazione tassonomica si basa su un frammento di mascella e alcuni denti, ma c'è qualche

speranza che la microtomografia con luce di sincrotrone permetterà di carpire ulteriori segreti da questi pochi resti.

Le popolazioni di *Homo heidelbergensis* stanziate in Africa si sono poi evolute negli umani moderni, che hanno conquistato l'Europa circa 40 000 anni fa, avanzando probabilmente lungo le Porte di Ferro, la gola incisa nei Carpazi dal Danubio.

In questo dibattito, entrambe le fazioni invocano le ossa a supporto delle proprie teorie evolutive. Milford Wolpoff, che ritiene i

## Luci di sincrotrone sul passato

La radiazione (o luce) di sincrotrone è costituita da raggi X ad alta intensità, prodotti da un fascio di elettroni accelerati all'interno di un anello a velocità prossime a quella della luce. Nella microtomografia il campione irradiato con luce di sincrotrone è fatto ruotare di fronte al rivelatore e le proiezioni ottenute vengono raccolte da un computer. Mediante la retro-proiezione dei profili così registrati, si ricostruisce un'immagine tridimensionale, grazie ad appositi algoritmi matematici. Questa tecnica permette di generare immagini tridimensionali di ossa e denti fossili con risoluzioni migliaia di volte superiori di quelle dei normali tomografi ospedalieri e promette di svelare i segreti biologici dello sviluppo di *Homo neanderthalensis*, *Homo erectus* e altri ominidi, senza danneggiare minimamente i reperti. Grazie a essa, gli scienziati hanno recentemente scoperto che lo smalto dentario dei Neanderthal era più sottile di quello degli uomini moderni, e ciò confermerebbe l'ipotesi che avessero una fase più veloce di sviluppo infantile.

Neanderthal antenati diretti degli europei attuali, insiste nel sostenere che la loro morfologia rientra nell'intervallo di variabilità degli esseri umani moderni. "Osservate la straordinaria somiglianza tra il cranio di La Chapelle-aux-Saints e questo cranio tedesco di epoca medievale, che mostra come caratteri Neanderthal siano effettivamente presenti nella morfologia degli europei moderni", ha affermato durante una conferenza presso il sito neanderthaliano del Circeo, nell'ambito delle celebrazioni per l'anniversario della scoperta di Feldhofer. Sempre a detta di Wolpoff, i medici legali fanno tuttora uso di alcune caratteristiche anatomiche dei Neanderthal, come il prognatismo medio-facciale, per ottenere tratti diagnostici utili all'identificazione dei crani dell'Europa occidentale.

Il cosiddetto "modello dell'assimilazione", che si colloca a metà strada tra la teoria *out of Africa* e quella multiregionale, ammette che vi sia stato qualche incrocio tra le due specie. Ma, secondo Stringer, il punto è quantificarlo. "È una questione di scala: che percentuale di geni arcaici al di fuori dell'Africa occorrerebbe per poter confutare il modello *out of Africa*?"

La questione dipende dal periodo di convivenza tra le due specie. Nel 2006 Paul Mellars, paleoantropologo dell'Università di Cambridge, ha rettificato le datazioni al radiocarbonio mediante spettrometria di massa con acceleratore relative alla diffusione degli umani moderni in Europa. I risultati suggeriscono che la coesistenza tra i Neanderthal e gli umani moderni sia stata di appena 6000 anni, contro le precedenti stime che indicavano, invece, una durata doppia. La sua calibrazione delle datazioni più antiche è stata messa in discussione da alcuni esperti di datazione, come Chris Turney e Richard Roberts, e da alcuni archeologi e paleoantropologi, come Alan Thorne.

Anche Wolpoff ha messo in dubbio i risultati di Mellars: durante un convegno tenutosi nel 2006 a Bonn, nell'ambito delle celebrazioni del centocinquantesimo anniversario, ha affermato che le datazioni al radiocarbonio più antiche di 30000 anni significavano "semplicemente questo: più antiche di 30000 anni". L'affabile multiregionalista dall'aspetto imponente, che durante le conferenze parla come un predicatore, ha quindi criticato la disciplina da cui proviene – la fisica – mettendo in discussione le capacità della tecnica AMS di datare i campioni più antichi. Tuttavia, Mellars continuava a sostenere i propri risultati.

In ogni caso, la documentazione archeologica è inequivocabile: 30-35 000 anni fa, *H. neanderthalensis* era sparito da tutta l'Eurasia, tranne nell'area corrispondente all'attuale territorio britannico di Gibilterra. Sembra che questi ultimi Neanderthal avessero modificato il loro stile di vita, abbandonando la dieta basata su grandi animali (come i rinoceronti lanosi) e adattandosi a un'alimentazione che comprendeva anche piccoli animali (come conigli e uccelli, fino a foche, delfini e molluschi). I "moderni" non erano troppo lontani in quel periodo e, secondo alcuni studiosi, potrebbe esservi stata una coesistenza con i Neanderthal, in un mosaico di piccoli gruppi non molto numerosi; ma su tali ipotesi non vi è unanimità.

Il dibattito diventa ancora più concitato, quando si affrontano la tecnologia, l'arte, l'etica, i costumi e le usanze dei Neanderthal.

Jean-Jacques Hublin, dell'Istituto Max Planck, e Mellars hanno affermato che la transizione dagli strumenti litici della cultura *musteriana* dei Neanderthal a quelli della più avanzata cultura *aurignaziana*<sup>2</sup> sia da attribuire all'estinzione di una specie "arcaica", soppiantata da una specie "superiore" evolutasi in Africa: i Neanderthal, insomma, avrebbero fatto la stessa fine della megafauna del Pleistocene.

Ma Francesco d'Errico, dell'Università di Bordeaux, afferma che le differenze tra gli uomini moderni e i Neanderthal sono in realtà modeste, per quanto riguarda sia la strategia di sussistenza, sia la tecnologia litica, l'uso delle ossa e dell'avorio e l'impiego di colori e ornamenti. Secondo d'Errico, gli africani dalla pelle scura, adattata ai climi tropicali, preferivano probabilmente i pigmenti bianchi e rossi per la pittura rituale del corpo, mentre i pallidi Neanderthal prediligevano il nero. "Il riconoscimento che la modernità culturale è emersa in più di una specie ha un'implicazione fondamentale: fa sparire la dicotomia tradizionalmente individuata dal pensiero occidentale tra mondo naturale e cultura umana", afferma d'Errico. "Le documentazioni archeologiche riguardanti i primi uomini moderni e le popolazioni di Neanderthal, indicano che non siamo

<sup>2</sup> Gli strumenti litici *musteriani*, che si diffusero in Europa nel Paleolitico medio, tra 250000 e 40000 anni fa, erano già molto precisi e di piccole dimensioni. L'industria *aurignaziana*, sviluppatasi nel Paleolitico superiore, a partire da 40000 anni fa, si distingueva non solo per i più sofisticati strumenti litici, ma anche per le pitture rupestri, le sculture e le incisioni.

stati l'unico popolo eletto ad aver ricevuto la luce da Dio, il mandato divino di andare, moltiplicarci ed eliminare i nostri vicini sub-umani. Il fatto che siamo l'unica specie umana rimasta sulla Terra è il risultato di un accidente storico più che di una competizione darwiniana". D'Errico non accetta di farsi etichettare come "fanatico dei Neanderthal" e sottolinea di essersi opposto aspramente alle affermazioni di chi sosteneva che un osso di orso provvisto di fori, ritrovato in un sito della Slovenia occidentale, potesse essere stato un flauto neanderthaliano<sup>3</sup>.

Dal canto suo, Zilhão si dice convinto che gli ornamenti personali, come quelli rinvenuti nella Grotte du Renne in Francia, siano stati ideati indipendentemente dai Neanderthal prima dell'arrivo di *Homo sapiens* dall'Africa. Sembra dunque che i nuovi arrivati in Europa abbiano assorbito, agli albori della loro cultura aurignaziana, alcune caratteristiche particolarmente ingegnose delle usanze neanderthaliane, come i pendagli realizzati a partire da denti, non ritrovati nei siti *sapiens* in Africa. "I Neanderthal erano umani a pieno titolo", ammette Stringer, "ma Zilhão si spinge troppo in là quando afferma che i Neanderthal precedettero gli umani in queste tecniche e addirittura le insegnarono ai *sapiens*". Stringer ha in ogni caso ammesso recentemente che "il confine tra i Neanderthal e i moderni è diventato più sfuocato".

Secondo alcuni studiosi, i Neanderthal seppellivano i morti e si prendevano cura dei malati e dei vecchi. La cartella clinica desunta dalle ossa di *Feldhofer 1* racconta che egli era guarito dalla frattura di un braccio e da altre lesioni, forse riportate durante la caccia, prima di morire nella sua grotta 44000 fa, suggerendo che fosse stato accudito dalla famiglia o da altri membri del suo gruppo.

L'accusa di cannibalismo è una questione delicata. Molte ossa di Neanderthal della grotta di Vindija, nella parte settentrionale della Croazia, sono state ritrovate in pezzi, facendo ipotizzare che altri Neanderthal le avessero frantumate per succhiarne il midollo. Il cannibalismo è oltretutto una delle possibili ipotesi avanzate per spiegare l'estinzione dei Neanderthal. Tuttavia, alcuni studiosi ritengono che la frantumazione delle ossa possa avere avuto una valenza rituale, presso una popolazione che dava sempre più spesso prova di "comportamenti simbolici". Secondo d'Errico, gli umani

<sup>3</sup> Conversazione con Francesco d'Errico, agosto 2007.

moderni condividevano tale comportamento con i Neanderthal.

Vi sono molte speranze che la genetica possa risolvere la diatriba sulle origini dei Neanderthal. Svante Pääbo, dell'Istituto Max Planck, ha estratto per la prima volta il DNA da un Neanderthal nel 1997, ma finora i confronti tra il DNA mitocondriale di Neanderthal e quello di *sapiens* non hanno fatto emergere nessuna evidenza certa che geni Neanderthal siano giunti sino ai giorni nostri.

L'attenzione si è quindi spostata sul genoma nucleare, con il lancio dell'ambizioso Neanderthal Genome Project – guidato da Pääbo e volto al sequenziamento del genoma di *Homo neanderthalensis* – e di studi analoghi. Nel 2007, un gruppo internazionale di ricercatori ha pubblicato su *Science* uno studio in cui si confrontava la forma del gene MC1R (che codifica una proteina coinvolta nella produzione di melanina) negli uomini moderni e nei Neanderthal. La variante europea moderna del gene blocca la produzione di melanina, dando luogo a capelli rossi e pelle molto chiara. I Neanderthal rinvenuti nel sito spagnolo di El Sidrón e in quello dei Monti Lessini, non lontano da Verona, datati rispettivamente a 43000 e 50000 anni, possedevano una forma diversa dello stesso gene, che tuttavia produceva lo stesso effetto sulla proteina responsabile della pigmentazione, accreditando l'ipotesi che alcuni di essi avessero effettivamente carnagione chiara e capelli rossi. Nella sintesi predisposta per i media in coincidenza con la pubblicazione dell'articolo su *Science*, la rivista pubblicò una curiosa illustrazione, in cui era raffigurata una donna Neanderthal dai capelli rossi accanto a un moderno pel-di-carota. Comunque, l'articolo aveva profonde implicazioni: il gruppo di ricerca, diretto da Carles Lalueza-Fox dell'Università di Barcellona, affermò che il gene si era presumibilmente evoluto in modo separato in ciascuna delle due popolazioni. Stringer interpretò questi risultati come una prova contro l'ipotesi di un incrocio tra le due specie, poiché la carnagione più chiara avrebbe conferito un vantaggio evolutivo ai nuovi arrivati, mentre gli europei moderni dovettero sviluppare una propria versione del gene. Qualche tempo prima, Holger Römpler, membro dello stesso gruppo di ricerca, rinvenne nel DNA di un mammut indizi che suggerivano che quegli animali estinti, un tempo cacciati dai Neanderthal, potessero essere biondi.

Sempre nel 2007, un gruppo internazionale di scienziati, comprendente anche Pääbo, si concentrò sul gene FOXP2 del genoma

di Neanderthal. Questo gene – identificato attraverso uno studio condotto su una famiglia con disturbi congeniti della parola – è cruciale per le abilità linguistiche di *Homo sapiens*, e la sua variante moderna differisce da quella corrispondente dello scimpanzé per due sole lettere codificanti. Gli scienziati scoprono così che i Neanderthal possedevano la stessa variante del gene degli uomini moderni, il che fa supporre che anche l'antenato comune delle due specie abbia posseduto quel gene. I risultati dello studio, non incluso ufficialmente nel Neanderthal Genome Project, furono pubblicati su *Current Biology*. Wolpoff, però, li interpretò diversamente, come spiegò al *Financial Time Magazine*: "Quel gene del linguaggio [...] sembra entrato nelle popolazioni Neanderthal [...] in seguito a incroci [...]. Ciò significa che degli incroci hanno effettivamente avuto luogo, come sostiene l'ipotesi multiregionale".

Studi morfologici condotti sulla cavità orale dei Neanderthal suggeriscono che la specie avesse gravi limitazioni fonetiche, con capacità simili a quelle di un neonato, ma tali ipotesi sono tuttora controverse. Per esempio, l'unico osso ioide neanderthaliano di cui disponiamo, rinvenuto nel sito di Kebara in Israele, è perfettamente identico a quello di un umano moderno e ciò suggerisce che i Neanderthal fossero in grado di parlare come noi. Analisi condotte con microtomografia X potrebbero fornire ulteriori indizi<sup>4</sup>.

Alcuni studiosi hanno voluto vedere nei risultati ottenuti sul gene FOXP2 una prova a sostegno dell'umanità dei Neanderthal. "Molti dei nostri tratti genetici che si presumono tipici degli uomini moderni sono presenti anche nei Neanderthal", afferma Zilhão, in una dichiarazione rilasciata al *Financial Time Magazine*. "Questi risultati, unitamente alle evidenze fossili e a quelle archeologiche, dovrebbero, una volta per tutte, farci smettere di pensare che i Neanderthal fossero solo una forma ominide sub-umana che non ha partecipato in alcun modo all'ascendenza delle popolazioni successive". Nel medesimo articolo è riportato anche il punto di vista di Stringer che sottolinea di non considerare i Neanderthal come sub-umani, ma sostiene che essi erano "sicuramente diversi da noi e probabilmente non furono nostri antenati, almeno non in misura significativa". I loro manufatti erano lungi dal testimoniare

<sup>4</sup> Analisi di questo tipo, coordinate da Luigi Capasso dell'Università di Chieti, sono iniziate nel 2009 su vari ominidi.

“la complessità dei modi di vita e del linguaggio” che contraddistingue *Homo sapiens*. “I gruppi sociali neanderthaliani presentavano, con ogni probabilità, gradi di complessità minori; parlavano tra loro, è vero, ma probabilmente non possedevano la nostra ricchezza linguistica, indipendentemente dalla presenza o dall’assenza del gene FOXP2”.

Il protagonista del Neanderthal Genome Project è *Vi-80*, vissuto nella Croazia settentrionale circa 42000 anni fa. Tutto ciò che resta di lui è un frammento di tibia lungo sette centimetri: il suo DNA ha però confermato sia l’appartenenza alla specie *H. neanderthalensis* sia il sesso maschile. Il progetto – lanciato nel 2006 dall’Istituto Max Planck e da una società specializzata nel sequenziamento genetico (la 454 Life Sciences, con sede nel Connecticut, di proprietà della Roche) – si proponeva di adottare un approccio totalmente nuovo, come pure di valutare i geni che parevano i candidati più promettenti al fine di rivelare differenze tra le specie. Attraverso il progetto si intendevano confrontare i circa 6 miliardi di “lettere” del genoma umano moderno con quelle del genoma neanderthaliano. Attraverso un confronto triangolare tra il DNA degli uomini di oggi, quello dei Neanderthal e quello degli scimpanzé moderni, gli scienziati speravano di risolvere il dibattito ancora aperto tra i due modelli rivali dell’evoluzione umana. Speravano inoltre di riuscire a stabilire che cosa ci rendesse diversi: cioè quali geni fossero esclusivi della nostra specie. Potenzialmente, il progetto era in grado di rivelare le differenze nei tratti cognitivi e comportamentali che hanno fatto sì che fossimo noi a sequenziare il genoma dei Neanderthal, e non viceversa. “Il gene FOXP2 è stato preso in esame in quanto era il candidato più scontato”, ha affermato Pääbo. “Con nostra grande sorpresa, questo gene è risultato simile a quello umano moderno. Il bello di avere a disposizione l’intero genoma è che si può osservare tutto. Adesso, siamo finalmente in grado di condurre una ricerca imparziale e obiettiva, e vedere cosa ne salta fuori”<sup>5</sup>.

Il compito è tuttavia molto arduo, dal momento che il 98,8 per cento del genoma di *Homo sapiens* è identico a quello dello scimpanzé. La variabilità genetica tra gli *H. sapiens* corrisponde, in media, a circa 3 milioni di coppie di basi. Le differenze tra *H. sapiens*

<sup>5</sup> Conversazione con Svante Pääbo, 23 ottobre 2007.

e scimpanzé riguardano solo 36 milioni di coppie di basi. Uomini e scimpanzé si sono separati a partire da un antenato comune circa 5-6 milioni di anni fa, e nella nostra linea si sono verificate circa diciotto milioni di mutazioni. Tenendo conto del fatto che il 95% del nostro DNA non codifica proteine, sarà difficile individuare l'esiguo numero di mutazioni che hanno codificato il comportamento e la morfologia specifici dell'uomo moderno.

Di conseguenza, le differenze genetiche tra *H. neanderthalensis* e *H. sapiens* – che si sono separati dall'ancestrale *H. heidelbergensis* solamente 400 000 anni fa – saranno ancora più esigue.

Il progetto ha beneficiato del vantaggio tecnologico rappresentato dagli efficientissimi sequenziatori della 454 Life Sciences, dichiarati fino a cento volte più veloci degli strumenti convenzionali. Nonostante fossero stati concepiti per condurre analisi sul DNA moderno, la società affermò che avrebbero assicurato la realizzazione del Neanderthal Genome Project, consentendo "di sequenziare circa un quarto di un milione di singoli frammenti di DNA, prelevati da piccoli campioni ossei, in sole cinque ore, con una singola macchina". Questa tecnica, che si sta imponendo nell'industria farmaceutica, supera il problema della frammentazione, perenne insidia delle analisi sul DNA fossile, tramite il sequenziamento *shotgun*, in cui la suddivisione del DNA in piccoli segmenti è parte integrante del processo. In un individuo vivente, la doppia elica del DNA e la sua struttura di desossiribosio e fosfato vengono riparate da specifici enzimi, ma quando l'individuo muore, i 75 000 miliardi di cellule presenti nel corpo rilasciano altri enzimi, che fanno a pezzi il DNA. Anche batteri e funghi degradano il DNA. I frammenti risultanti da questo processo, solitamente costituiti da meno di 200 coppie di basi, sono pressappoco della stessa dimensione dei segmenti utilizzati nella tecnica 454.

Questo nuovo sistema è stato recentemente usato per sequenziare, in soli quattro mesi e con una spesa di 1,5 milioni di dollari, i 6,4 miliardi di coppie di basi del DNA di James Watson. Nel 2001, il sequenziamento del genoma di Craig Venter, che si avvaleva di una macchina di precedente generazione, basata sul sequenziamento di segmenti con 500-1000 basi, era costato 100 milioni di dollari.

Nel 2009, per celebrare il duecentesimo anniversario della nascita di Charles Darwin, Pääbo ha presentato la prima bozza del genoma dell'uomo di Neanderthal, completa al 63%. Sempre nel

2009 è stata avviata quella che potremmo definire la genetica delle popolazioni neanderthaliane: una nuova tecnica, sviluppata da uno studente di Pääbo, consente di analizzare il DNA mitocondriale di un Neanderthal a un costo di 5000 euro (contro i 220 milioni di euro necessari con i metodi precedenti). Sono stati quindi analizzati i genomi di cinque individui rinvenuti in aree diverse dell' Eurasia e risalenti all'ultima fase della presenza di *H. neanderthalensis*, tra 70 000 e 38000 anni fa. La loro diversità genetica era pari a circa un terzo di quella degli umani moderni contemporanei: questo e altri dati suggeriscono che, almeno durante quella fase, la popolazione complessiva dei Neanderthal fosse relativamente modesta, forse meno di 100000 individui.

Lo studio delle basi genetiche relative ai tratti comportamentali non è stato approfondito sufficientemente da rivelare se condizioni come la depressione o l'ansia siano state esclusive degli uomini moderni. Anche i Neanderthal, almeno quelli francesi, provarono un'angoscia esistenziale? Forse sì, specialmente dopo l'entrata in scena degli *H. sapiens*.

Nel suo romanzo *The Inheritors*, del 1955, William Golding immaginava che il linguaggio rappresentasse la differenza più significativa tra noi e loro. Gli ultimi Neanderthal morivano nel loro estremo rifugio, forse a Gibilterra, probabilmente gridando al mondo che non erano stati mai compresi.

# Progetto “vampiro”

Uno è stato allievo dei più grandi genetisti del mondo, l'altro si è formato sul pensiero di Socrate e Locke. Il genetista e il filosofo sono al timone di un progetto ambizioso, che si è prefisso di raccogliere e analizzare i campioni di DNA di 100 000 individui delle popolazioni indigene di tutte le aree del mondo, per comporre l'albero genealogico globale dell'umanità. La diversità tra il genetista americano Spencer Wells e l'esperto di bioetica australiano Simon Longstaff, rispecchia la complessità dei problemi che deve affrontare la ricerca sulla genetica delle popolazioni nel XXI secolo. Wells dirige il Genographic Project, un progetto da milioni di dollari, di cui Longstaff presiede la commissione consultiva internazionale. La scienza si intreccia così con l'etica, la storia e la politica.

Il progetto, finanziato da enti privati come National Geographic Society e IBM, si propone di ricostruire il cammino che, durante gli ultimi 100 000 anni, ha portato gli uomini moderni a diffondersi fuori dall'Africa. Il tempo a disposizione è poco, poiché il *melting pot* della globalizzazione sta cancellando sempre più rapidamente la storia del nostro passato, scritta nei nostri geni. La raccolta di campioni di DNA da popolazioni indigene pone problemi estremamente delicati, e stavolta gli scienziati non hanno voluto correre rischi. Negli anni Novanta uno studio simile, lo Human Genome Diversity Project (HGD Project), fallì proprio dopo essersi scontrato con l'opposizione dei capi indigeni, soprattutto in Australia.

Sin dall'annuncio, nel 2005, il nuovo progetto, che prevedeva una durata quinquennale, ha suscitato grandi speranze. Le risorse non mancavano: la fondazione della famiglia Waitt, presieduta da Ted Waitt, fondatore del colosso informatico Gateway, si era impegnata a finanziare le costose ricerche sul campo.

L'Australia riveste un ruolo cruciale nel Genographic Project: "Gli uomini sono giunti in Australia moltissimo tempo fa, assai prima che gli europei fossero in Europa" ha affermato Wells. "L'Australia è un capitolo molto importante nella storia delle migrazioni umane attraverso il pianeta. Possiede una propria famiglia linguistica, che comprende idiomi estremamente diversificati, ulteriore prova di un'occupazione umana molto antica. Non disponiamo in pratica di campioni australiani, o perlomeno, di un numero di campioni sufficiente per rappresentare adeguatamente questa diversità, culturale e genetica. Si potrebbe dire che ci troviamo di fronte a una *terra incognita* [...]. Abbiamo bisogno di un maggior numero di campioni, per poter raccontare questa storia nei suoi dettagli"<sup>1</sup>.

Dieci istituzioni di ricerca coordinano, nelle diverse parti del mondo, il lavoro sul campo, destinato ad aumentare di dieci volte il database internazionale di campioni provenienti da popolazioni indigene. I centri di coordinamento si trovano in Australia, Brasile, Cina, Francia, India, Libano, Regno Unito, Russia, Stati Uniti e Sudafrica. L'Australian Centre for Ancient DNA dell'Università di Adelaide si occupa delle analisi paleogenetiche.

Ma a quattro anni dall'avvio il bilancio dell'iniziativa era ancora contrastante, e gli ideatori del Genographic Project hanno dovuto insistere nel ribadire che il loro progetto è ben diverso dal suo predecessore, per contrastare un'offensiva politica che faceva di tutto per assimilarli. Col senno di poi, si può dire che il progetto precedente aveva effettivamente commesso diversi errori tattici.

\*\*\*

Lo Human Genome Diversity Project (HGD Project) era stato frutto dell'ingegno di Luigi Luca Cavalli-Sforza, dell'Università di Stanford. La sua straordinaria esperienza nell'ambito della genetica delle popolazioni era iniziata nei primi anni Sessanta, quando aveva condotto, sulla base dei gruppi sanguigni, una ricerca pionieristica tesa a ricostruire l'albero genealogico degli esseri umani moderni e gli itinerari delle loro migrazioni.

All'inizio degli anni Novanta, un gruppo di scienziati, tra i quali Cavalli-Sforza e Allan Wilson (uno degli autori del famoso articolo

<sup>1</sup> Conversazione con Spencer Wells, luglio 2007.

sull'*Eva mitocondriale*, pubblicato da *Nature* nel 1987), propose di analizzare le variazioni del genoma umano su scala mondiale.

Quest'impresa avrebbe dovuto mobilitare gli scienziati di tutto il mondo, raggruppati in centri di ricerca regionali, che avrebbero dovuto raccogliere campioni da circa 100000 individui appartenenti a 400-500 popolazioni, con un costo stimato in 30 milioni di dollari. Alcuni campioni di sangue prelevati da ciascuna popolazione sarebbero stati utilizzati per creare linee cellulari, che avrebbero potuto essere conservate indefinitamente come fonti di DNA. Gli scienziati avrebbero poi prelevato campioni di saliva o capelli da un gruppo più ampio all'interno di ciascuna popolazione.

L'HGD Project si avventurava ai confini della conoscenza: sotto l'impulso di motivazioni puramente scientifiche, si prefiggeva di risalire alle origini di *Homo sapiens* attraverso la raccolta e la sintesi di dati genetici, antropologici e linguistici. In tal modo, il programma si riprometteva di rispondere alle domande circa le migrazioni umane, le variazioni demografiche, le innovazioni culturali, le interazioni sociali e i fattori che hanno determinato lo sviluppo di caratteri e lingue differenti.

Gli ideatori sottolineavano l'imperativo culturale del progetto: utilizzare "lo straordinario potere scientifico, offerto dallo sviluppo della genetica, al fine di ottenere, per il vantaggio comune, preziose informazioni sulla storia e sull'evoluzione della nostra specie". Secondo i coordinatori, il progetto avrebbe anche combattuto il razzismo. In un documento di sintesi essi affermavano: "L'HGD Project apporterà dati scientifici a conferma e sostegno di ciò che è già emerso chiaramente dagli studi sulle popolazioni umane, e cioè che, in termini biologici, non esiste nulla che possa essere definito come razza. Ci aspettiamo che i risultati del progetto sfatino la credenza comune a proposito della distinzione delle razze, eliminino la base teorica del razzismo e apportino un notevole contributo alla comprensione delle differenze che intercorrono tra i diversi individui e tra le diverse popolazioni umane".

Dopo anni di conferenze dedicate alla pianificazione (con la partecipazione di genetisti, statistici e rappresentanti di organizzazioni internazionali), nel 1994 gli scienziati ottennero il sostegno della Human Genome Organisation, l'organismo che coordinava il Progetto Genoma Umano, orientato alla ricerca in campo medico. Anche l'HGD Project, infatti, aveva alcuni obiettivi di interesse

medico, e proprio questo si dimostrò uno dei suoi maggiori punti deboli, soprattutto sotto il profilo politico.

La rivoluzione genomica era in pieno sviluppo e stava spingendosi verso una delle frontiere ultime della scienza, la mappa genetica di *Homo sapiens*. Nei primi anni Novanta il Progetto Genoma Umano, che vantava una dimensione internazionale ed era sostenuto da fondi pubblici, era in pieno fervore e si prefiggeva di ottenere il sequenziamento completo del genoma della nostra specie entro la fine del 2006. La scadenza venne in seguito anticipata e le ricerche subirono una forte accelerazione quando, alla fine degli anni Novanta, Celera Genomics, una società statunitense fondata dallo scienziato Craig Venter, annunciò di aver dato l'avvio a un progetto concorrente. Temendo che Celera potesse portare a termine l'ambizioso progetto in tempi più rapidi, per poi brevettare i geni a scopo commerciale, il Progetto Genoma Umano – che, al contrario di Celera, rendeva di pubblico dominio i propri dati, man mano che venivano ottenuti – intensificò i propri sforzi. Entrambi i gruppi di ricerca pubblicarono nel 2001, su *Nature* e *Science*, una prima versione delle proprie sequenze.

La biologia molecolare entrava così nella consapevolezza del pubblico, accompagnata dalla speranza che le ricerche in questo campo avrebbero prodotto nuovi farmaci, terapie e test diagnostici destinati a rivoluzionare la medicina del nuovo millennio.

Ma vi erano anche dei timori. Uno riguardava la privacy dei dati genetici, in particolare il rischio che le compagnie assicuratrici o i datori di lavoro potessero operare discriminazioni sulla base della "salute" del genoma dei singoli individui. L'altro riguardava il rischio che le grandi multinazionali farmaceutiche potessero appropriarsi del patrimonio genetico degli esseri umani – si trattasse o meno di popolazioni indigene – e sfruttarlo economicamente. Verso la metà degli anni Novanta questi timori vennero alimentati dall'annuncio del deposito di alcuni brevetti americani su materiale genetico delle popolazioni della Nuova Guinea e delle Isole Salomone, brevetti che tuttavia non avevano nulla a che fare con l'HGD Project.

La crescente inquietudine nei confronti della genomica ha favorito lo sviluppo di una nuova professione, quella dei *bioeticisti*, cioè esperti di bioetica. Questi specialisti – la cui formazione avviene sempre più attraverso appositi corsi universitari – sovente sono

medici, ma provengono anche dalle discipline giuridiche o filosofiche. Altri ancora sono teologi, riciclati come bioeticisti.

Per risolvere definitivamente la disputa tra le diverse teorie sull'evoluzione umana, il disegno dell'HDG Project assegnava un ruolo fondamentale al patrimonio genetico degli Aborigeni australiani, ma in quegli anni essi stavano portando avanti le loro battaglie.

Nel 1992, gli Aborigeni australiani erano impegnati a far valere le proprie rivendicazioni circa il *titolo nativo*, dopo che questo era stato riconosciuto dalla Corte Suprema con la sentenza *Mabo*, e il *reconciliation movement*<sup>2</sup> diventava sempre più forte. Gli Aborigeni rimanevano la fascia di popolazione più svantaggiata dell'Australia, con un'aspettativa di vita di gran lunga al di sotto della media nazionale, e molte delle loro comunità erano in via di disgregazione. Erano ancora sovrarappresentati di fronte alla giustizia penale, nonostante lo sconvolgente rapporto sulle morti aborigene in stato di detenzione, presentato nel 1991 dalla Royal Commission on Aboriginal Death in Custody. Il rapporto puntava il dito contro gravi carenze del sistema carcerario, con un'elevata mortalità dei detenuti Aborigeni, spesso per suicidio, nelle camere di sicurezza e nelle carceri di tutto il paese. Inoltre, nel 1997, la pubblicazione del rapporto del governo australiano *Bringing Them Home* riapriva vecchie ferite. Era il frutto di un'indagine sulla sottrazione forzata di bambini aborigeni alle loro famiglie d'origine, una pratica ancora comune negli anni Settanta.

Nel 1996, la società australiana assistette all'emergere di una corrente politica estremista e fino ad allora sotterranea: venne eletta al Parlamento australiano una candidata – dapprima appoggiata e poi sconfessata dal Liberal Party<sup>3</sup> – che godeva di grande popolarità e si presentava come una "che, nella vita, aveva avuto la sua dose di batoste". Nel suo discorso di insediamento, questa piccola imprenditrice, che da lì a poco avrebbe fondato il partito ultracon-

<sup>2</sup> Questo movimento si è articolato in una serie di campagne per raggiungere l'uguaglianza e il rispetto tra gli Aborigeni e gli australiani non indigeni; la sua nascita si può far risalire al referendum del 1967 (nel quale votò il 90 per cento degli australiani), che approvò l'eliminazione dalla Costituzione australiana di tutte le clausole discriminatorie nei confronti degli Aborigeni (vedi <http://www.culture.gov.au/articles/indigenous/reconciliation/>).

<sup>3</sup> Il partito conservatore australiano.

servatore One Nation, dichiarò: "Ho ottenuto il seggio di Oxley per via di una questione che mi ha fatto guadagnare la reputazione di razzista, perché ho osservato che gli Aborigeni godono di maggiori vantaggi dei non-Aborigeni. Questa nazione si sta dividendo in bianchi e neri e l'attuale sistema incoraggia questa separazione. Sono stufo di sentirmi dire dagli Aborigeni: 'Questa è la nostra terra'. Dove diavolo dovrei andarmene io, che sono nata qui, come lo sono i miei figli e i miei genitori...? Non ne posso più di sentirmi dire che dovrei pagare, e continuare a pagare, per qualcosa che è successo duecento anni fa. Come molti australiani, io ho lavorato per la mia terra: nessuno me l'ha regalata".

Proprio in questo clima turbolento, nel 1997 giunse a Fremantle Cavalli-Sforza, che sperava di convincere i capi aborigeni a sostenere il progetto per la raccolta di campioni di DNA dalle loro popolazioni. I capi delle comunità indigene australiane, americane, canadesi e delle isole del Pacifico avevano già espresso le loro intenzioni ben prima che il genetista italiano atterrasse sul continente australiano per partecipare alla Human Genetic Conference.

Gli Aborigeni chiamarono l'HGD Project "progetto vampiro", poiché temevano che avesse l'intento di derubarli del loro patrimonio genetico per sfruttarlo a fini commerciali, di screditare le loro rivendicazioni sul territorio (dal punto di vista morale, se non legale) e di mandare in frantumi la loro visione del mondo proprio in un periodo di rinascita della loro cultura, nell'ambito del processo di "decolonizzazione mentale" in atto. Le popolazioni indigene avevano già avuto cattive esperienze con la "scienza", e gli scienziati degli anni Novanta pagavano ancora lo scotto della discutibile fama che si erano conquistati alcuni "scienziati" ottocenteschi come l'eugenista britannico Francis Galton, che classificava gli Aborigeni australiani "almeno un gradino sotto quello dei negri africani", a proposito dei quali peraltro affermava che "un'impressionante quantità di negri si potrebbe definire deficiente". (Peraltro, ancora nel 2007 la comunità scientifica avrebbe dovuto apprendere con sconcerto le affermazioni dell'ormai ottantenne James Watson, uno dei "padri" del DNA, che, intervistato al *Sunday Times*, aveva dichiarato di essere "molto pessimista sul futuro dell'Africa, perché tutte le nostre politiche sociali si basano sulla convinzione che l'intelligenza degli africani sia come la nostra, mentre tutti gli esperimenti in materia dicono che non è così".)

L'HGD Project è stato un vero e proprio disastro dal punto di vista delle pubbliche relazioni. Il comunicato stampa, con il quale si segnalava l'urgenza di raccogliere campioni di DNA dalle popolazioni indigene prima che queste si "amalgamassero" attraverso matrimoni misti, venne interpretato come una pressione per ottenere i campioni prima che le popolazioni si estinguessero per sempre. Il documento affermava:

Per ironia della sorte, nello stesso momento in cui i progressi tecnologici hanno reso possibile lo studio dettagliato delle variazioni del genoma umano, la specie umana sta procedendo verso una crescente e intensiva amalgamazione.

Presumibilmente, le popolazioni umane si sono sempre mosse secondo flussi migratori, ma è del massimo interesse riuscire a ricostruire le dinamiche di popolazione nell'epoca precedente alla storia scritta o conosciuta (la preistoria), con particolare riguardo al periodo precedente gli spostamenti causati dalle migrazioni transoceaniche o continentali degli ultimi millenni.

Ciò spiega l'interesse della raccolta, in ogni regione geografica, di campioni provenienti da genti *native* o *aborigene* – discendenti da popolazioni già presenti nel territorio quando vi giunsero i flussi dagli altri continenti – che appaiono meno colpite da mescolanza con le popolazioni giunte successivamente. Lo studio di queste genti consente di ottimizzare la ricostruzione della mappa etnografica, dall'inizio della storia scritta. Tali dati, ottenuti su base etnografica, aumenteranno la capacità di comprendere le dinamiche di popolazione di ogni regione prima di quel periodo. In assenza di questo campionamento, l'attuale ritmo di incroci e di amalgamazione delle popolazioni è tale che nel giro di poche generazioni renderà molto difficile ricostruire valide informazioni sulla preistoria regionale.

Nel novembre 1995, in un discorso alla Menzies School of Health Research di Darwin, Mick Dodson – responsabile per la giustizia sociale dell'Aboriginal and Torres Strait Commission (la principale organizzazione aborigena dell'epoca) – affermò:

Per oltre 500 anni, le popolazioni indigene sono state soggette a concertati programmi di sradicamento, oggetto di abusi e violenze, vittime di un totale abbandono. Ciò nonostante la comunità scientifica si dimostra desiderosa di preservare i nostri geni, di pre-

servare con la scienza l'unicità della nostra identità e la diversità del corredo genetico mondiale.

Tuttavia la comunità scientifica non intende assumersi nessuna responsabilità per la conservazione delle nostre culture viventi, nemmeno quando si trova di fronte gli esseri viventi e in carne e ossa delle nostre tribù morenti. Il mondo non-indigeno non riesce a vedere al di là del proprio naso, non riesce a scorgere il nostro valore intrinseco, in quanto membri della famiglia umana, né l'urgenza delle nostre esigenze.

Nel 1994, in una relazione presentata al congresso nazionale dell'Australian Bioethics Association, Barbara Flick, allora direttore del Health Council aborigeno di Apunipima, nella penisola di Cape York, affermò:

In questo momento l'HGD Project discende su di noi [...]. È per volere del fato che la scienza ha scelto noi, decidendo di consacrare un'enorme somma di denaro per campionare la nostra "specie in via di estinzione"? Perché, invece, non ci sono fondi o risorse disponibili per le nostre comunità, per cercare di prevenire le morti premature delle nostre genti, per provare a curare i nostri bambini di modo che non vivano più le loro brevi vite passando da una malattia infettiva a un'altra?

Ma la questione non era solo locale. Anche alle Nazioni Unite si era sviluppato un vivace dibattito. Verso la fine del 1995, John Fleming – all'epoca membro della sottocommissione UNESCO per la Bioetica e direttore del Southern Cross Bioethics Institute di Adelaide – dichiarò al *Canberra Times* che l'HGD Project poteva mettere in pericolo l'universo simbolico di molte comunità indigene. Questo ex sacerdote anglicano convertitosi al cattolicesimo affermò: "Se uno specifico gruppo crede che gli esseri umani siano stati generati in un determinato modo, e poi si dimostra, attraverso il DNA, che quella gente proviene da un altro luogo [...], si mette in dubbio la cosmogonia attraverso la quale quella comunità si regge e si identifica".

Poco prima della sua visita a Fremantle, Cavalli-Sforza disse che le maggiori resistenze al progetto venivano proprio dall'Australia. "L'Australia è forse il paese che ha risposto in maniera più negativa al progetto" dichiarò nell'estate del 1997, al *Canberra Times*, "ma ritengo che i motivi siano del tutto estranei alla genetica e siano

più connessi al fatto che gli Aborigeni ritengono che molte delle loro richieste siano rimaste inevase dal governo [...]. Non riesco a credere che il vero problema sia l'HGD Project: la questione è di natura completamente diversa".

L'HGD Project non prese mai piede in Australia e venne infine accantonato. Tuttavia, ha consentito la creazione di una collezione di linee cellulari conservate presso il Centre pour l'Etude du Polymorphisme Humain di Parigi. I laboratori di ricerca senza fini di lucro possono accedere alla banca dati a costi contenuti. Il materiale è composto dal DNA di 1000 individui, appartenenti a 51 popolazioni indigene di tutto il mondo, ma tra questi non vi è nessun campione australiano. Un recente studio molto dettagliato, basato su questa banca dati, ha confermato il modello *out of Africa*, ricostruendo le prime migrazioni dell'uomo moderno.

Dieci anni dopo il suo soggiorno australiano, Cavalli-Sforza raccontò il suo battesimo del fuoco mentre lottava per far partire l'HGD Project. La Rural Advancement Foundation International, ente privato con sede in Canada, capeggiava una campagna che si opponeva fortemente al progetto nelle Americhe. "Si sono scagliati contro di noi" disse Cavalli-Sforza in un'intervista, "con molto clamore, insulti e accuse assurde, che in parte hanno poi ritirato, ma [solo] dopo aver creato un'opposizione consistente, che intimorì gli iniziali sostenitori del progetto nel Congresso degli Stati Uniti"<sup>4</sup>.

In ambito accademico, le maggiori opposizioni giunsero da un manipolo di antropologi culturali. "Alcuni ci hanno accusato di razzismo" continua Cavalli-Sforza, "ma la maggior parte degli antropologi ha riconosciuto che l'accusa era palesemente ingiusta". Si riferiva proprio a questo gruppetto di antropologi ostili quando, in un discorso alle Nazioni Unite, affermò: "L'ignoranza può alimentare timore e odio, ma ho scoperto che è pericolosa soprattutto quando si intreccia con l'agenda politica personale dei denigratori della scienza".

L'eminente genetista considera il fondamentalismo cristiano e il postmodernismo, una seria minaccia per la scienza: "Ci sono voluti trecento anni perché la Chiesa cattolica chiedesse scusa a Galilei per averlo costretto, con terribili minacce, a ritrattare le sue teorie quando era ormai cieco e anziano. Oggi, negli Stati Uniti, un

<sup>4</sup> Conversazione con Luigi Luca Cavalli-Sforza, luglio 2008.

movimento anti-scientifico – quello del cosiddetto “progetto intelligente” – ha issato la medesima bandiera”.

In un recente libro (scritto in collaborazione con Linda Stone, Paul F. Lurquin) ha ribadito:

I nuovi nemici della scienza hanno influenzato soprattutto l'antropologia. [...] Sono i cosiddetti postmodernisti. Alcuni di essi credono che la scienza non sia una ricerca della verità, ma una tecnologia, diretta essenzialmente a soddisfare le esigenze dei politici e dei capitalisti che la sostengono finanziariamente. I postmodernisti sfruttano la carica emotiva delle parole e la loro ambiguità, per indebolire la fiducia nella ragione. Applicano il metodo della “decostruzione” per emulare ciò che fecero i sofisti nel mondo greco del V e IV secolo a.C.

\*\*\*

Il Genographic Project, avviato qualche tempo dopo, iniziò invece con il piede giusto: si giovava della reputazione della National Geographic Society, illuminandosi nelle sue immagini calde e intense, mentre il coinvolgimento dell'IBM dava al progetto il potere di calcolo necessario alla bioinformatica, la disciplina ibrida che intreccia biologia e tecnologia dell'informazione.

Il leader del progetto, Spencer Wells, è un texano con una preparazione formidabile. Descritto dal *National Geographic* come un bambino prodigio, Wells ha iniziato l'università a sedici anni e conseguito il dottorato in biologia a Harvard, sotto la supervisione di un luminare della genetica dell'evoluzione, Richard Lewontin. È poi passato a Stanford, dove ha lavorato con Cavalli-Sforza.

Il comitato consultivo del progetto, presieduto inizialmente da Cavalli-Sforza e poi da Simon Longstaff, ha riunito un gruppo internazionale di specialisti di altissimo livello, tra i quali l'archeologo britannico Colin Renfrew, la paleoantropologa Meave Leakey, e l'avvocato del Queensland, Tammy Williams, allora membro del Consiglio nazionale indigeno del governo australiano.

Gli interrogativi cui il progetto si è proposto di rispondere, con le sue ricerche, sono fondamentali.

In quale zona dell'Africa si trovavano le più antiche linee originarie dell'umanità? Gli uomini moderni si incrociarono con i discendenti di precedenti migranti africani, come *Homo erectus*

nell'Asia sud-orientale o *H. neanderthalensis* in Europa? Perché le popolazioni attuali appaiono così diverse?

Alcune domande sono molto delicate.

Il patrimonio genetico australiano trovava qualche corrispondenza nelle *songlines*, le storie tramandate oralmente dagli Aborigeni? È possibile ricostruire mediante la genetica la diffusione di isola in isola delle popolazioni della Polinesia e della Micronesia?

Quante furono le ondate migratorie che condussero alle Americhe e ve ne fu una lungo la costa? È possibile che, migliaia di anni fa, gli europei siano migrati verso le Americhe? Questi ultimi interrogativi riguardano da vicino anche la delicata questione dell'Uomo di Kennewick (vedi pp. 259-260).

Il Genographic Project attua un rigoroso protocollo sulla privacy e sul consenso informato. Prima di poter raccogliere campioni, i vari centri regionali devono ottenere l'approvazione del comitato etico dall'istituzione ospitante, per lo più università, oltre a condurre ampi programmi per informare del progetto le comunità indigene coinvolte; ciò significa riconoscere che il DNA "appartiene" non solo ai singoli individui ma anche alle rispettive comunità. In ultima analisi, secondo il progetto, la decisione sull'eventuale partecipazione deve avvenire a livello locale. "Pur ottenendo il parere dei rappresentanti regionali, nazionali o internazionali delle popolazioni indigene, la decisione ultima spetta alle popolazioni locali indigene e tradizionali". I donatori devono firmare un modulo di consenso, mantenendo il diritto di ritirarlo in ogni momento.

Il progetto ha schivato la questione dei brevetti genetici. Non si sono raccolti dati in merito ai donatori, né si sono condotte ricerche mediche o analisi su geni di comprovata rilevanza medica, mentre sono state registrate le informazioni relative ai dati linguistici e antropologici. L'organizzazione, rigorosamente non-profit, non ha brevettato geni e gli scienziati partecipanti rendono di dominio pubblico le analisi e le informazioni relative alle sequenze, inserendole in una banca dati destinata alla comunità scientifica.

Il Genographic Project non si è proposto (contrariamente al suo predecessore HGD Project) di conservare linee cellulari, dato che molte popolazioni indigene aborriscono l'idea che i loro tessuti possano continuare a vivere dopo la loro morte. Infine, il leader del progetto in Australia, John Mitchell, ha ideato una sorta di collutorio finalizzato alla raccolta del DNA, ovviando all'esigenza di pre-

levare campioni di sangue, pratica di campionamento rifiutata da molti Aborigeni australiani.

Lo scopo era, possibilmente, arrivare alla raccolta e all'analisi del DNA di 100000 individui appartenenti ai gruppi indigeni o tradizionali (100 campioni per ognuna delle 1000 popolazioni sele-

## Marcatori e aplogruppi

I marcatori mostrano dove e come si sono dispersi i clan di ogni aplogruppo, con una tempistica rivelata dall'entità della diversità genetica tra le popolazioni. A una separazione più prolungata corrisponderà una differenza genetica maggiore, man mano che le mutazioni si accumulano nelle popolazioni separate. Gli scienziati impiegano i marcatori per rintracciare gli antenati comuni delle popolazioni e comporre l'albero genealogico cercando la soluzione più *parsimoniosa*, cioè quella che minimizza il numero dei passi evolutivi necessari per spiegare i dati e quindi la lunghezza complessiva dell'albero.

Secondo i dati ottenuti dal Genographic Project, i discendenti dell'Eva mitocondriale di 200000 anni fa si suddivisero in due gruppi, chiamati convenzionalmente L0 e L1, vissuti in Africa per decine di migliaia di anni. L'aplogruppo L0 ebbe probabilmente origine in Africa orientale 100000 anni fa e migrò in una vasta area dell'Africa subsahariana. Oggi le popolazioni che presentano questo marcatore si trovano nell'Africa centrale e meridionale. L'aplogruppo L3 comparve per la prima volta 80000 anni fa e costituì il primo grande gruppo che lasciò l'Africa, dirigendosi verso nord. Oggi il marcatore L3 si ritrova nelle popolazioni del Nord Africa e del Medio Oriente. L'aplogruppo L3 si è diviso in vari gruppi, tra i quali l'aplogruppo M, apparso 60000 anni fa, che attraversò dello Stretto di Bab-el-Mandeb all'inizio della migrazione costiera verso est, fino all'Asia sud-orientale e all'Australia, dove sarebbe arrivato l'aplogruppo M42.

Il cromosoma Y, una delle parti del genoma più studiate nell'ambito della genetica di popolazione, ci racconta una storia analoga. La linea di discendenza più antica del cromosoma Y è definita dal marcatore M91, che fece la sua prima comparsa 55000 anni fa. Uno dei rami di questo gruppo ha portato a un essere umano che recava presso di sé il marcatore M130, aplogruppo C, i cui antenati formarono una parte della prima ondata migratoria dall'Africa. Diversi millenni dopo, tra 20000 e 15000 anni fa, gli uomini con l'aplogruppo Q, che recavano il marcatore M242, si misero in viaggio verso la Siberia e la Beringia, in direzione del Nuovo Mondo.

zionate a livello mondiale). Dapprima la ricerca sarebbe stata limitata al DNA mitocondriale, con la possibilità di estenderla successivamente ai cromosomi X e Y. Gli scienziati concentrarono la loro attenzione sui *marcatori genetici*, che definiscono gli aplogruppi, i rami dell'albero genealogico che crescono nelle quattro dimensioni dello spazio e del tempo (vedi box nella pagina a fianco).

Comunque, anche nel caso del Genographic Project, l'opposizione alla genetica delle popolazioni è rimasta forte presso i gruppi indigeni, preoccupati di un eventuale indebolimento delle loro rivendicazioni sulle terre e del conflitto con le loro cosmologie tradizionali. La campagna contro quello che è stato definito "progetto vampiro resuscitato" ha rappresentato una replica di quella condotta contro l'HGD Project, con accesi dibattiti nei media e presso le Nazioni Unite.

L'Indigenous People Council on Biocolonialism, un gruppo con sede negli Stati Uniti che si descrive come "un'organizzazione indigena che affronta i temi della biopirateria", in una dichiarazione del 2005 si esprimeva così: "È interessante notare come in passato gli scienziati razzisti (come quelli della tendenza eugenetica) abbiano condotto studi che affermavano la nostra inferiorità biologica rispetto alla loro razza di appartenenza, mentre oggi affermano che le loro ricerche dimostreranno che siamo tutti imparentati e abbiamo origini comuni. Entrambe le posizioni si fondano su una scienza razzista e traggono conclusioni scorrette, se non dannose, per le culture indigene". In merito alla cosmologia, affermava: "I nostri racconti sulla creazione e le nostre lingue, tramandano la storia dei nostri antenati e della nostra genealogia. Non abbiamo bisogno di un esame genetico per sapere da dove veniamo". E riguardo alle ricerche sul DNA fossile, aggiungeva: "Non staremo fermi a guardare mentre i nostri antenati vengono profanati in nome della scienza".

Questi umori riecheggiano quelli di alcuni studiosi a proposito dell'archeologia. Heather Burke, Christine Lovell-Jones e Claire Smith hanno scritto:

Alcune nozioni archeologiche potrebbero essere assolutamente irrilevanti per le popolazioni aborigene [...] che hanno una loro interpretazione del mondo perfettamente valida. [...] Perché ci si tormenta a voler convincere le popolazioni aborigene affinché

accettino un'interpretazione "scientifica" del loro patrimonio culturale? [...] Numerose credenze indigene costituiscono un problema solo se si presuppone che debba necessariamente emergere, in ultima analisi, una sola posizione valida. Dal nostro punto di vista, spesso il consenso non è altro che una variante contemporanea della consueta appropriazione europea.

Sia Wells sia Longstaff non hanno potuto fare a meno di notare l'enorme contrasto che intercorre tra le comunità indigene locali e i protagonisti delle polemiche ideologiche. "Il bello di trovarsi sul campo con le comunità indigene – quando si lasciano gli ambienti politicizzati di New York, per esempio, o comunque quando si fuggono certi contesti e si inizia a parlare direttamente con gli indigeni – è che essi si mostrano estremamente interessati", afferma Wells. "Le popolazioni indigene hanno un fortissimo senso della storia. Nella maggior parte dei casi, la storia è tutto quello che hanno. Molti hanno solo la terra in cui vivono e la storia, nulla di più. Si mostrano davvero entusiasti di sapere che portano dentro di sé la traccia dei loro antenati, e che ciò può emergere dall'analisi del DNA, che dimostra, nel contempo, la loro parentela con le altre popolazioni del mondo. Cerchiamo tuttavia di presentare le questioni nella maniera più delicata. Non cerchiamo in alcun modo, di soppiantare la sapienza tradizionale con la scienza. Vogliamo rafforzare la loro identità. Queste comunità hanno un forte senso di appartenenza alla terra in cui vivono. Oltre a ciò, esiste una storia ancora più profonda. Non cerchiamo affatto di affermare che questa intima connessione non debba esistere".

Intorno alla metà del 2007, erano stati raccolti campioni di DNA da 25 000 individui, da popolazioni indigene e tradizionali in Europa, Medio Oriente, Africa sub-sahariana e Africa orientale. Tuttavia, la raccolta dei campioni non era ancora iniziata in Australia, dove il panorama sociale e politico non era molto cambiato dall'epoca della visita di Cavalli-Sforza del 1997. In Australia si celebrava il quarantesimo anniversario del referendum che aveva consentito agli Aborigeni di essere registrati nei censimenti e al governo australiano di legiferare per migliorare la loro condizione. Con l'occasione, l'attenzione si concentrò nuovamente sulle comunità indigene, e la questione aborigena rientrò nel dibattito politico, durante una concitata campagna elettorale che avrebbe

visto il trionfo del Labor Party australiano, tornato al governo dopo dieci anni di opposizione, e la presentazione agli Aborigeni, da parte del nuovo Primo Ministro, delle pubbliche scuse da lungo tempo attese.

L'aspettativa di vita degli Aborigeni era ancora al di sotto della media nazionale, il riconoscimento dei diritti aborigeni sulla proprietà nativa non si era dimostrato in grado di soddisfare le attese e troppi Aborigeni morivano ancora in stato di detenzione. Uno scioccante rapporto del governo australiano rivelò diffuse pratiche di maltrattamento dei bambini in alcune comunità aborigene particolarmente problematiche, suscitando un'urgente risposta governativa, con la mobilitazione di medici, militari e forze di polizia nel Northern Territory, intervento che fu motivo di controversie e divise i capi aborigeni.

In proposito, Wells afferma: "In Australia ci sono alcune note questioni riguardanti lo sfruttamento coloniale che vanno ancora affrontate [...]. C'è una lunga storia di rancore [...]. Stiamo cercando di adottare un approccio lento, attento e misurato [...]. Raccogliere campioni in Australia è più problematico che in qualsiasi altra parte del mondo".

Questa volta, tuttavia, in Australia non sembra esservi un'opposizione organizzata.

Riguardo alle origini dell'umanità, Wells si pronuncia così: "[Il dibattito] si sta riscaldando parecchio, ma [...] in base a una valutazione ragionevole delle prove raccolte in campo genetico, archeologico e paleoantropologico, si può affermare che siamo arrivati tutti quanti dall'Africa, in tempi molto recenti, e che, al momento, non esistono prove a sostegno di un'incrocio con altre specie al di fuori del continente africano. Siamo tutti figli e nipoti dell'Africa [...]. In quanto scienziati, siamo pronti a modificare questa storia, e sarebbe straordinariamente affascinante se si trovassero prove che testimonino incroci con l'*Homo erectus* dell'Asia sud-orientale, o che dimostrino la validità di un modello *out of Australia* per spiegare l'espansione delle popolazioni umane. Ma al momento non vi sono indizi validi a favore di queste teorie".

Nell'aprile 2009, il Genographic Project ha annunciato di aver raccolto campioni provenienti da oltre 50000 indigeni distribuiti in tutto il mondo. Il campionamento è iniziato anche in Australia, con il supporto degli Aborigeni di Brisbane.

Tuttavia, i progressi per quanto riguarda la raccolta del DNA aborigeno moderno non stanno andando di pari passo con le ricerche sugli antichi scheletri australiani, ancora intoccabili. Inoltre, mentre sta per concludersi il primo decennio del XXI secolo, il rimpatrio dei resti umani ha guadagnato terreno. Molti scheletri saranno perduti per la scienza proprio quando la scienza era finalmente entrata in possesso di strumenti avanzati per studiarli.

# Ritorno alla terra

Nel novembre del 2006, il consiglio di amministrazione del Britain's Natural History Museum di Londra si riunì per discutere il destino di alcuni scheletri aborigeni che stavano per essere sottratti per sempre alla ricerca scientifica. Il museo doveva, infatti, consegnare i resti di 17 individui al Tasmanian Aboriginal Centre, che intendeva cremarli. Prima della consegna il consiglio acconsentì a ulteriori analisi sui reperti, una scelta che irritò il centro tasmaniano e provocò un ricorso presso la Corte Suprema britannica.

Il museo londinese era una delle numerose istituzioni, sparse in tutto il mondo, che avrebbe dovuto restituire i resti aborigeni, in seguito a una trentennale campagna condotta dai leader aborigeni nei parlamenti, alle Nazioni Unite e sui media.

Il contenzioso aveva origini profonde, radicate nel passato coloniale australiano. La rivoluzione biologica innescata da Charles Darwin era coincisa con l'intensificarsi dell'espropriazione a danno degli Aborigeni. Considerati come popoli primitivi rimasti all'età della pietra, gli Aborigeni furono visti, nel XIX secolo, come interessanti oggetti di studio da parte di numerosi esperti di storia naturale sia nelle colonie sia in Europa. Le loro sepolture furono razziate, probabilmente in violazione della stessa legge britannica. Alcuni resti furono custoditi in istituzioni australiane: nel 1890, nella Adelaide School of Medicine e nel South Australian Museum si erano accumulate consistenti collezioni di scheletri, molti dei quali provenienti dal Northern Territory. Anche l'Australian Museum di Sydney, il più antico d'Australia, dimostrò grande entusiasmo per questo genere di collezionismo, specie durante la gestione del curatore Edward Ramsay, come pure il Museum of Victoria, che ospitava grandi collezioni di scheletri.

Altri scheletri furono venduti sui mercati internazionali e molti esposti al pubblico. Secondo le stime dell'ATSIC (Aboriginal and Torres Strait Islander Commission, organizzazione oggi disciolta), almeno 3000 reperti finirono nei musei di tutto il mondo e almeno 70 istituzioni di 21 paesi possedevano resti aborigeni all'interno delle loro collezioni. Alcuni resti appartenevano a individui morti così recentemente che se ne conosceva il nome; per i reperti provenienti dalla Tasmania, più rari, si doveva pagare un sovrapprezzo. Lo scheletro di Truganini, l'ultima donna di puro sangue tasmaniano, dissotterrato nel 1876 a soli due anni dalla morte e consegnato alla Royal Society of Tasmania, venne cremato soltanto nel 1976. Nel 1830, il Governatore britannico e Lady Franklin richiesero a George Robinson, in seguito Protector of Aborigenes<sup>1</sup>, un cranio tasmaniano che poi finì al Britain's Natural History Museum di Londra.

Alcuni resti, forse appartenuti a vittime di conflitti territoriali, presentavano fori riconducibili a ferite d'arma da fuoco. Questo collezionismo proseguì nel XX secolo: negli anni Trenta e Quaranta, l'ingegnere George Murray Black dissotterò dalle sepolture lungo il fiume Murray oltre 1600 scheletri, che poi consegnò all'ex Istituto di Anatomia di Canberra e all'Università di Melbourne, costituendo così la "collezione Murray Black".

La campagna per il rimpatrio dei resti aborigeni si intensificò verso la fine degli anni Ottanta, quando gli Aborigeni perorarono la loro causa presso i musei, le università, i parlamenti, e le Nazioni Unite. L'iniziativa era guidata dall'ATSIC, ma anche i capi aborigeni tasmaniani si battevano per lo stesso obiettivo.

Sul fronte australiano la battaglia è stata vinta. Tra i primi resti posseduti dalle istituzioni australiane a essere restituiti alle comunità aborigene, vi furono i preziosi scheletri di Kow Swamp, nello Stato di Victoria, che, nel 1990, vennero consegnati alla Echuca Aboriginal Cooperative Society dal Museum of Victoria. Il museo non sa nulla sulla sorte dei resti: "Si suppone che li abbiano risepelliti" ha affermato una portavoce. "Il museo non ha più alcuna voce in capitolo, dal momento in cui i resti hanno lasciato la collezione. Dopo il rimpatrio, di solito vengono seppelliti. Le popolazio-

<sup>1</sup> Funzionario britannico che, durante l'epoca coloniale, era teoricamente incaricato di proteggere gli Aborigeni da violenze e abusi da parte dei bianchi.

ni aborigene credono infatti che, se i resti di una persona non ritornano alla terra, il suo spirito sarà costretto a vagare incessantemente<sup>2</sup>. Alcuni gruppi aborigeni credono che occorra conoscere l'epoca della morte affinché lo spirito abbia pace. Verso la metà degli anni Novanta, un gruppo di Aborigeni di una comunità vicino a Sydney portò a Lucas Height, sede dei laboratori dell'ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organisation, di cui Tuniz era uno dei direttori), un cranio ancestrale, accuratamente avvolto in pelle di canguro, per ottenere una datazione al radiocarbonio. Il chimico Quan Hua ne estrasse delicatamente un campione con un trapano da dentista, sotto lo sguardo apprensivo dei clienti, che accompagnarono l'operazione con l'ipnotica musica del *didgeridoo*.

Diversi scheletri di Kow Swamp sono fossilizzati, e alcuni di questi sono molto robusti, commenta Chris Stringer, del Natural History Museum. "Questi scheletri documentano una variazione anatomica che va ben oltre quella osservabile oggi: l'umanità attuale è una rappresentazione molto parziale di ciò che erano le popolazioni di 5000 o 10000 anni fa. In questo lasso di tempo si sono verificati diversi cambiamenti – in seguito alle migrazioni e alle modifiche dell'alimentazione – che hanno causato la riduzione delle dimensioni del viso e dei denti. Questi reperti ci raccontano le variazioni anatomiche avvenute nel corso dei millenni".

Durante la campagna per il rimpatrio dei resti, gli scienziati si sono trovati coinvolti in un conflitto impari, assimilati ai collezionisti dilettanti e privi di scrupoli del passato, mentre dovevano affrontare i protagonisti politici del presente.

Molti scienziati e archeologi, come John Mulvaney, sostengono che i reperti fossili siano un patrimonio comune dell'umanità. Altri si chiedono quali relazioni intercorrano tra i resti fossili e le comunità che li accolgono, e fanno notare che nessuno è a conoscenza dei riti funebri degli antichi. Le ricerche sugli scheletri potrebbero gettare luce su aspettative di vita, condizioni di salute, pratiche culturali, alimentazione e movimenti delle popolazioni del passato. Senza contare che i resti australiani potrebbero, una volta per tutte, dirimere i dibattiti sull'evoluzione umana. Mulvaney, che si pronuncia in favore della costituzione di "centri di custodia" per i

<sup>2</sup> Conversazione con una portavoce del Museo di Melbourne, 17 ottobre 2006.

resti aborigeni, ha descritto la risepoltura delle ossa come “una forma di imperialismo al contrario” che oscura la visione del passato sia dei bianchi sia degli Aborigeni. Nel tentativo di salvare gli scheletri di Kow Swamp, portato avanti assieme ad Alan Thorne, ha dichiarato: “La totale distruzione di questi resti e il rifiuto di concedere i permessi per le ricerche sul campo non solo impediscono in generale la libera indagine, ma negano la libertà di ricerca degli studiosi aborigeni di oggi e di domani”.

Molti studiosi si sono pronunciati a favore del rimpatrio degli scheletri più recenti e i più impegnati hanno collaborato con il National Museum of Australia per rintracciare la provenienza dei resti sprovvisti di documentazione. Su richiesta delle comunità aborigene, essi hanno poi collaborato con il gruppo museale responsabile dei rimpatri per cercare di risalire alla provenienza dei resti custoditi nell'Università di Edimburgo e nell'ex Istituto di Anatomia di Canberra. La maggior parte degli scheletri risaliva a meno di 10000 anni fa, e alcuni erano di epoca storica, mentre molti erano stati scomposti per studi anatomici.

Insieme ad alcuni colleghi, Michael Westaway, allora antropologo fisico nel gruppo responsabile del rimpatrio, ricompose i resti sulla base di patologie ossee, misurazioni anatomiche e valutazioni statistiche. L'esperto di datazione ESR Rainer Grün datò un cranio del Queensland che presentava una ferita di arma da fuoco; il geochimico Wolfgang Müller riuscì a risalire alla provenienza di alcuni resti di una donna del Victoria confrontando gli isotopi di ossigeno e stronzio in essi contenuti con campioni prelevati dall'acqua e dal suolo. Müller, attualmente docente presso la Royal Holloway University di Londra, era già riuscito a stabilire il luogo di nascita di un europeo del Neolitico, Ötzi, l'uomo venuto dai ghiacci. I resti della donna aborigena furono riportati a Port Fairy, dove il suo clan si preoccupò di avvolgerli in una corteccia d'albero prima di risepellirli. Ötzi, invece, è attualmente esposto al museo di Bolzano, oggetto di studio per scienziati e scolaresche.

Molti Aborigeni non fanno distinzioni tra scheletri antichi e moderni, e non danno alcun peso al fatto che le loro popolazioni ancora viventi siano o meno intimamente imparentate con quei resti, dei quali si sentono comunque fortemente responsabili. Alcuni restano sconvolti quando vengono a conoscenza sia dell'esistenza degli scheletri, sia delle circostanze della loro rimozione, ma non

tutti hanno le stesse reazioni. Alcuni Aborigeni hanno voluto che i resti ritornassero "alla terra" e li hanno così risepelliti con cerimonie commoventi, simili a quelle descritte nei racconti etnografici dell'epoca del "primo contatto". Altri ne hanno promosso la conservazione all'interno di musei o in "centri di custodia", lasciando aperta la possibilità di future ricerche. Altri ancora non auspicano una riconsegna immediata dei resti per via di più pressanti problemi sociali o perché hanno timore di assumersene la responsabilità.

Come segnala *The Bulletin* in un articolo dell'aprile 2002, il rimpatrio ha effettivamente posto nuovi problemi per alcune comunità. Paul Turnbull, studioso specializzato nella storia dei resti aborigeni, ha affermato che alcuni musei avevano ricevuto pressioni politiche affinché le ossa fossero "rispedite indietro", ma le comunità che avrebbero dovuto riceverle erano alle prese con altri problemi, legati ai diritti di proprietà nativa, all'istruzione o all'alcolismo. Una comunità del Queensland ha addirittura addebitato alcuni suicidi in stato di detenzione allo shock legato ai rimpatri.

Nelle società tradizionali aborigene i riti funebri non sono celebrati da specifici addetti: sono i parenti del defunto a svolgere i lunghi ed elaborati rituali. Ken Maddock, antropologo dell'Università di Macquarie da poco scomparso, spiegava che la cerimonia libera i parenti rimasti in vita dallo spirito del defunto.

La questione del rimpatrio dei resti arrivò sul tavolo dei massimi responsabili politici nel 2000, in occasione dell'incontro tra John Howard e Tony Blair, allora a capo dei governi australiano e inglese. Fu la naturale conseguenza dei dialoghi già avviati tra le istituzioni britanniche e i ministri e i rappresentanti australiani tra la fine del 1999 e l'inizio del 2000, in preparazione delle celebrazioni per il centenario della nascita nel 1901 della Federazione Australiana. In un comunicato stampa congiunto, Howard e Blair assicuravano il loro impegno per accelerare il rimpatrio dei resti umani conservati nelle istituzioni britanniche. Nel 2001 il governo Blair creò un Working Group on Human Remains in Museum Collections.

In un documento sottoposto a questa commissione, il Tasmanian Aboriginal Centre reclamava il rimpatrio incondizionato e obbligatorio di tutti i resti aborigeni: "Gli spiriti dei nostri morti aspettano il ritorno delle parti del loro corpo alla terra d'origine, affinché possa aver luogo la cerimonia tradizionale per riportare alla terra il corpo e lo spirito. [...] Fino ad allora, quello spirito sarà

tormentato, separato dal corpo di cui è sempre stato parte. [...] La cultura indigena non sarà più il trastullo degli scienziati”.

In un rapporto del 2003, il gruppo di lavoro britannico, presieduto dall'avvocato Norman Palmer, affermava che oltre due terzi delle richieste di rimpatrio provenivano dai Maori e dagli Aborigeni australiani, e un terzo dai nativi americani. “Per questi popoli, riacquistare il controllo su tali resti umani fa parte di un programma più ampio, che intende affermare autodeterminazione e vitalità culturale”. Il rapporto raccomandava riforme legislative per consentire ai musei il rimpatrio dei resti. La commissione non imponeva esplicitamente la restituzione, ma le raccomandazioni portavano, di fatto, al rimpatrio obbligatorio. Il rapporto invitava a vietare sia la custodia dei resti notoriamente o presumibilmente ottenuti senza il consenso preventivo del defunto o dei suoi parenti più stretti, sia le ricerche su di essi. Si auspicava inoltre l'interruzione obbligatoria delle ricerche ancora in corso sui resti, a meno che l'istituzione non avesse ottenuto il consenso “dei parenti più stretti o dei discendenti genealogici del defunto” oppure – ove fosse impossibile risalire ai discendenti – “di coloro che, nella religione o nella cultura del defunto, hanno uno status o una responsabilità paragonabili a quelle della famiglia o dei discendenti”.

Neil Chalmers – direttore del Natural History Museum di Londra e unico scienziato tra i dieci membri della commissione – formalizzò il proprio parere contrario, osservando che le raccomandazioni espresse equivalevano, di fatto, al rimpatrio obbligatorio: “Se applicate, le raccomandazioni introdurrebbero un regime di rimpatrio coatto [...] Esse suggeriscono che – indipendentemente dall'età o dalla certezza dell'identità dei resti umani in questione o dal rapporto di parentela tra il defunto e i richiedenti – il consenso dei discendenti o, in sostituzione, delle comunità debba avere priorità assoluta su qualsiasi altra considerazione. Non si tiene in alcun conto il valore collettivo della ricerca sui resti umani”.

Laurajane Smith, in un articolo sulla rivista inglese *Antiquity*, accolse il rapporto del gruppo di lavoro come un “passo verso il riconoscimento della legittimità di richieste legate alla discendenza che vanno al di là dei criteri genealogici e temporali che spesso pervadono le concettualizzazioni britanniche e in generale occidentali di parentela e discendenza”. Riguardo alle critiche avanzate, dichiarava: “Molte critiche non fanno altro che ripetere i cata-

strofici avvertimenti sulla 'fine della scienza' e sul presunto assalto alla 'libertà accademica' della ricerca archeologica, già proposti sia sui media australiani, neozelandesi e nordamericani, sia nella letteratura archeologica degli anni Ottanta e Novanta. Queste critiche, basate su argomentazioni viziate da preconcetti inattaccabili come 'verità', 'oggettività', 'diritti' e 'valore universale' della scienza, compresa quella archeologica, non affrontano la questione essenziale [...]. Per molti indigeni la nozione di antichità è priva di senso, e l'età dei resti non attenua necessariamente l'intensità della relazione ancestrale. [...] In alcune culture indigene, sebbene non in tutte, l'identificazione delle connessioni biologiche dirette può essere del tutto irrilevante e i criteri usati per individuare i legami di ancestralità/discendenza sono totalmente diversi".

Ma Norman Levitt, della Rutgers University, contesta l'idea secondo la quale possa esservi una continuità culturale in decine di millenni di storia. "La storia dell'umanità, specie quella di piccoli gruppi sociali, è una storia di continue migrazioni, disintegrazioni, scissioni e fusioni", afferma. "Né il linguaggio né la cultura, né tanto meno la posizione geografica rimangono stabili per più di un'impercettibile frazione temporale".

Nel 2003, con un comunicato stampa, il WAC (World Archaeological Congress)<sup>3</sup> invitò gli indigeni australiani a intensificare la lotta per il rimpatrio. "Finora l'attenzione è rimasta confinata alla Gran Bretagna, dove si sono peraltro ottenuti successi concreti, ma ci sono altri resti nelle mani di enti statunitensi, come lo Smithsonian Institute", affermò la presidente del WAC, Claire Smith. "I prossimi obiettivi del rimpatrio dovranno riguardare gli Stati Uniti". E nel corso della disputa con il Natural History Museum londinese, essa dichiarò che "la stragrande maggioranza" degli archeologi australiani "sosteneva fortemente il rimpatrio". "Sarò chiara in proposito: è solo una questione di tempo. Questi resti ancestrali ritorneranno sotto la cura degli indigeni australiani".

I peggiori timori suscitati dal rapporto Palmer non si concretizzarono nelle successive linee guida del governo britannico. Tutta-

<sup>3</sup> Organizzazione nata nel 1986 in seguito al distacco dall'International Union of Pre- and Protohistoric Sciences, dopo che quest'ultima aveva escluso gli archeologi sudafricani dal congresso di Southampton, a sostegno della campagna internazionale contro l'apartheid.

via, le pressioni politiche, quando non addirittura legali, rimanevano piuttosto forti ed entro il 2006 sei musei britannici, compreso il British Museum, si erano impegnati al rimpatrio. Venne inoltre emendato lo *Human Tissue Act* per eliminare gli ostacoli legali alla rimozione dei materiali dalle collezioni dei musei. Secondo un portavoce del dipartimento federale australiano responsabile del rientro dei resti dalle istituzioni d'oltremare, tra il 1990 e il giugno del 2007 ritornarono in Australia i resti di oltre 1300 individui, soprattutto dal Regno Unito, ma anche dalla Svezia e dagli Stati Uniti<sup>4</sup>. Nel 2007, il governo si impegnò a stilare un inventario esauriente dei resti australiani rimasti ancora in mano agli enti di tutto il mondo, negoziando nel contempo il rimpatrio da istituzioni britanniche, americane ed europee. I resti di cui si era già accertata la provenienza ritornarono alle comunità, che decisero cosa farne; quelli di provenienza ignota furono affidati all'Australian National Museum.

In quello stesso anno, la situazione si fece tesa per via dell'intenzione, manifestata dal Natural History Museum di Londra, di condurre ulteriori analisi sui resti tasmaniani destinati al rimpatrio in base alla richiesta del 2005 del governo australiano. La restituzione dei resti umani, che risalivano a un periodo compreso tra gli inizi del XIX e i primi anni del XX secolo, avrebbe naturalmente interrotto le ricerche che spaziavano dall'evoluzione alla medicina. Scienziati di tutto il mondo, inclusi ricercatori australiani, avevano studiato quella collezione unica, e le ricerche avevano prodotto articoli di grande risonanza, smentendo le accuse di chi sosteneva che i resti erano rimasti solo a languire nelle collezioni d'oltremare. Il museo intendeva raccogliere nuovi dati, visto che "era stata manifestata l'intenzione di distruggere le ossa tasmaniane, al loro rientro", come riportato nel verbale del consiglio di amministrazione.

Michael Mansell, avvocato e veterano delle lotte per le cause aborigene, paragonò le analisi a vere e proprie "mutilazioni". Il Tasmanian Aboriginal Centre ottenne una sospensione temporanea delle ricerche e un contributo economico dal governo australiano per condurre l'azione legale. La corte ritirò la sospensione quando il museo rinunciò a condurre analisi sul DNA e sugli isotopi stabili (che sono parzialmente distruttive), limitandosi alla TAC,

<sup>4</sup> Conversazione con un portavoce del Department of Families, Community Services and Indigenous Affairs, 6 giugno 2007.

alle fotografie e alle misurazioni anatomiche. La controversia fu successivamente risolta attraverso una procedura di conciliazione e i resti ritornarono in patria.

Chris Stringer, del Natural History Museum, lamenta la perdita della collezione tasmaniana per tutta la comunità scientifica, anche se i resti risalgono probabilmente a non più di 200 anni fa<sup>5</sup>.

“Il materiale tasmaniano potrebbe contenere linee di discendenza genetica sconosciute in Australia. Se venisse distrutto, andrebbero perse informazioni utili non solo per noi scienziati, ma anche per i tasmaniani, soprattutto sotto il profilo storico; per questo anche il materiale più recente è potenzialmente importante”. Ulteriori analisi sugli scheletri potrebbero rivelare quali furono i parenti continentali più stretti dei tasmaniani, le dimensioni delle loro popolazioni e il numero di ondate migratorie che interessarono la Tasmania prima che questa si staccasse dalla massa continentale, circa 14000 anni fa. Potrebbero inoltre aiutare a scoprire la collocazione di questa popolazione nello schema globale dell’umanità, contribuendo forse a risolvere un curioso mistero: perché i tasmaniani smisero di mangiare pesce?

Attualmente vi è grande incertezza sulla sorte della collezione di resti continentali australiani ospitata dal museo, che comprende singoli campioni dentari, ossa e scheletri completi, provenienti da circa 200 individui; vi sono poi 100 campioni di capelli raccolti da soggetti in vita.

I reperti australiani sono potenzialmente in grado di chiarire se i Neanderthal siano stati una specie a parte o uomini moderni a pieno titolo. “È possibile dire se siano appartenuti o meno a una specie diversa e se le loro caratteristiche fisiche siano al di fuori dell’intervallo di variabilità degli uomini moderni, solo se si sa perfettamente cosa si intenda per *Homo sapiens*. Se perdessimo tutto quel materiale, ci priveremmo della possibilità di documentare la completa variazione geografica degli uomini moderni. Sarebbe una perdita per l’umanità: è come se si sottraesse un continente intero alla storia dell’uomo”.

Oggi gli effetti del dibattito sull’Uomo di Kennewick continuano a farsi sentire, anche se si sta cercando di attenuare la rigidità dei criteri sui quali si basano le richieste dei nativi americani, che

<sup>5</sup> Conversazione con Chris Stringer, 3 agosto 2007.

vorrebbero provare la loro affiliazione culturale con quei resti sulla base del *Native American Graves Protection and Repatriation Act*. Norman Levitt ha descritto questa legge come "un documento legislativo ben intenzionato che si è trasformato in un mostro del pregiudizio anti-scientifico [...], mentre inizialmente era stato creato per riparare a una lunga storia di arroganza e di insensibilità culturale da parte di antropologi, archeologi, etnografi e collezionisti di ceramiche e di arte precolombiana". Queste rivendicazioni hanno allarmato gli scienziati, preoccupati di vedere bloccata ogni ricerca sui resti umani antichi. Il WAC si è impegnato in una campagna durata diversi anni e nel 2004 ha sostenuto la proposta di un emendamento per "riconoscere come patrimonio dei nativi americani tutti i resti umani rinvenuti negli Stati Uniti nel periodo precedente l'arrivo documentato di esploratori europei". Alan Schneider – l'avvocato che ha rappresentato gli scienziati nel processo sulla destinazione dei resti dell'Uomo di Kennewick<sup>6</sup> – ha commentato così la proposta, intervenendo su *Nature*: "Anche i resti di Adamo ed Eva, se fossero rinvenuti in questo Paese, sarebbero oggetto di rivendicazione da parte delle tribù".

Gli ominidi fossili africani sono disseminati in tutto il mondo. In una relazione alla Science for Cultural Heritage Conference tenuta a Trieste nel 2006, Phillip Tobias ha auspicato il rimpatrio dei fos-

<sup>6</sup> Stabilire a chi spettasse la decisione sul destino dello scheletro fu il tema principale del conflitto, politico e legale, sull'Uomo di Kennewick. La controversia coinvolse le tribù indiane, le autorità e alcuni membri della comunità scientifica. Il terreno in cui lo scheletro era stato rinvenuto era di competenza dell'Army Corps of Engineers (il genio militare statunitense) e le tribù indiane – appellandosi al *Native American Graves Protection and Repatriation Act* – rivendicavano il possesso dei resti. Per bloccare la consegna dei resti alle tribù e poter continuare gli studi, nel 1996 un gruppo di scienziati americani, autorità in materia di popolamento delle Americhe, fece causa al genio militare portando con successo il caso davanti a una Corte Federale. Nel 1998, il Department of the Interior statunitense organizzò una serie di analisi scientifiche dei resti, coinvolgendo decine di scienziati ed esperti americani e di altri Paesi. I resti vennero datati al radiocarbonio e le ossa furono esaminate mediante radiografia e tomografia ai raggi X. Venne anche studiato un proiettile di pietra trovato nella pelvi dello scheletro e si tentò di analizzare il DNA. Sebbene abbiano vinto la battaglia legale, gli scienziati si trovano, come in altri casi, a continuare una lotta impari contro la burocrazia civile e militare e i gruppi che, in modo ideologico o strumentale, appoggiano le richieste fondamentaliste.

sili nei loro paesi di provenienza. Tuttavia ha affermato che potrebbero sorgere una serie di problemi riguardo ai resti umani più recenti facilmente soggetti a richieste di rimpatrio: "Queste rivendicazioni possono sollevare domande sulla credibilità e sull'autenticità della relazione tra popolazioni viventi e i resti scheletrici".

Contrariamente ai loro omologhi australiani e americani, gli indigeni africani, in generale, sostengono la ricerca sui resti umani. Il rimpatrio dei resti, anche di quelli piuttosto recenti, non costituisce generalmente un pericolo per la scienza, poiché gli scheletri, di solito, tornano nei musei. In generale, gli africani hanno vinto le loro battaglie per la liberazione e sono orgogliosi della scienza, che pone le basi del genere umano in Africa.

"In Sudafrica è recentemente sorta una serie di movimenti, tra loro indipendenti, ma forse non del tutto scollegati, per la restituzione di alcuni resti al Sudafrica o, all'interno del Sudafrica, alle comunità delle zone di ritrovamento", afferma Tobias.

"Gli abitanti dei luoghi vicini alle grotte calcaree di Taung hanno avanzato numerose e insistenti richieste affinché il cranio del Bambino di Taung fosse 'restituito' alla loro comunità. Tuttavia in quei luoghi non esiste nessuna istituzione, museo o università, in grado di ospitare i resti di Taung, e nemmeno personale valido che possa prendersene cura. Inoltre la zona si trova a 500 chilometri di distanza da Johannesburg e Pretoria, e l'accesso al reperto diverrebbe estremamente complicato. Senza contare il fatto che sarebbe impossibile stabilire – a distanza di 2,5 milioni di anni – che la specie cui appartenne il cranio di Taung (*Australopithecus africanus*) sia l'antenata degli attuali abitanti! Quindi vi sono forti ragioni per non consegnare il cranio, ma stiamo cercando di convincere gli abitanti dell'area che siamo realmente intenzionati a mettere a disposizione i calchi dei resti e la nostra esperienza per organizzare un piccolo museo locale, vicino al sito di ritrovamento del fossile. Sebbene la Wits University abbia la custodia e la gestione del cranio, ritengo sia necessario un intervento governativo in materia. Il governo sostiene attivamente le nostre ricerche, e valterrebbe con molta cautela questa richiesta di restituzione".

Tuttavia, alcuni scheletri di individui della popolazione *griqua* (uno dei gruppi indigeni sudafricani recenti), che Tobias e i suoi studenti avevano dissotterrato a Campbell nel Griqualand, negli anni Sessanta, sono stati restituiti e risepelliti nel 2007.

Nel frattempo, il governo francese ha recentemente restituito al Sudafrica i resti di Saartjie Baartman, della gente *khoisan*, conservati presso il Musée de l'Homme di Parigi. Il popolo *khoisan* si è riunito all'aeroporto di Città del Capo per accogliere i resti della donna, che sono stati poi seppelliti a Hankie, vicino al suo luogo di nascita. Tobias, attivista anti-apartheid per tutta la vita, ha dichiarato durante il discorso commemorativo che Saartjie è stata un "vero simbolo" nella storia della violazione dei diritti umani.

Tobias aveva visto per la prima volta i resti della donna *khoisan* al Musée de l'Homme, nel 1955. "Oltre allo scheletro articolato e ben preservato, sono state conservate solo due parti dei tessuti molli della donna: il cervello e i genitali esterni, tenuti sotto formalina in vasi di vetro".

Nel 1810, all'età di 21 anni, la donna fu condotta da Città del Capo in Europa, dove veniva esibita come esempio di tipo antropologico esotico con il nome di "Venere ottentotta". La storia di Saartjie Baartman ci parla di "atteggiamenti di superiorità razziale, oltre che di sessismo pruriginoso: il pubblico londinese e parigino che pagava per vederla era particolarmente curioso di vedere le sue caratteristiche genitali, così come alcuni scienziati francesi, specialmente Georges Cuvier". Quando morì, all'età di 25 anni, le fu negata una sepoltura, e i suoi resti caddero nelle mani dei curatori del museo, dove le parti del suo corpo sono rimaste esposte al pubblico fino al 1974.

"Per quanto riguarda i resti più recenti – come quelli delle popolazioni *khoisan* disseppelliti nel XVIII, XIX e XX secolo, o gli esemplari (appartenenti a tutte le razze) impiegati per la dissezione e la didattica nei dipartimenti di anatomia delle facoltà di medicina e odontoiatria del paese – non vi è stato nessun tentativo concertato di rimuoverli per procedere al loro seppellimento, contrariamente a quanto è avvenuto in Australia", afferma Tobias<sup>7</sup>.

\*\*\*

Nel primo decennio di questo XXI secolo, il Pleistocene australiano è ancora immerso nell'oscurità. Le ricerche condotte sugli scheletri aborigeni australiani o nei diversi siti archeologici sono

<sup>7</sup> Conversazione con Phillip V. Tobias, aprile 2008.

ancora piuttosto limitate. Secondo uno studio di Simon Haberle, dell'Australian National University, i fondi stanziati dall'Australian Research Council, per finanziare le ricerche sul Quaternario attraverso i "Discovery Grants", sono passati da 10,5 milioni di dollari australiani nel 2007 e nel 2008, a 6,9 milioni nel 2009. Solo un terzo dei fondi dedicati nel 2008 agli studi archeologici sulla preistoria è stato destinato a ricerche da condurre in Australia e Nuova Guinea, proseguendo una tendenza già in atto da tempo. Molti scienziati e archeologi australiani vanno a lavorare all'estero, per esempio nel Sud-est asiatico e in Africa.

La ricerca in Australia e nelle Americhe è ostacolata proprio in un'epoca di grande sviluppo della tecnologia disponibile per studiare il passato. I progressi nelle tecniche di datazione, nelle analisi genetiche, nello studio degli isotopi stabili, stanno ampliando la qualità e la quantità di informazioni che possono essere ricavate da ossa e manufatti. Senza dimenticare che gli antropologi fisici stanno cercando in tutti i modi di tenere testa alle sfide lanciate dai genetisti, attraverso nuove tecnologie basate sui raggi X che permettono di ottenere la struttura microscopica di ossa e denti per ricostruire il percorso evolutivo.

Il dibattito sull'impatto ambientale delle prime popolazioni umane continua, ma si accumulano sempre maggiori prove di un loro ruolo nelle estinzioni. Nel 2008 un gruppo guidato da Lynda Ayliffe, dell'Australian National University, ha datato i più recenti resti articolati di megafauna, provenienti da un'importante grotta del Western Australia, la Tight Entrance Cave, a un'età compresa tra 48000 e 50000 anni fa.

Nel 2009 il gruppo di Prideaux ha pubblicato lo studio del cranio e dei denti di un *Procoptodon goliath*, che, come suggerisce il nome, è stato il più grande canguro mai esistito. L'analisi della morfologia e degli isotopi dell'ossigeno mostrano che la sua dieta e la tempistica della sua estinzione si accordano meglio con l'ipotesi della guerra lampo che con quella delle cause ambientali, sebbene gli autori ammettano che queste ultime potrebbero avere contribuito alla sua scomparsa.

Inoltre, una ricerca condotta da Chris Turney, dell'Università di Exeter, ha suggerito che fu una guerra lampo a spazzare via la megafauna tasmaniana. Pubblicato su *Proceedings of the National Academy of Sciences* nel 2008, lo studio ha collocato l'estinzione

entro 2000 anni dall'arrivo, circa 43000 anni fa, di esseri umani in Tasmania, che allora era l'estremo lembo del continente al quale era temporaneamente collegata attraverso un istmo.

Nel 2007 si è assistito a un'altra importante svolta: rispondendo a una domanda durante il Selwyn Symposium della Geological Society of Australia tenutosi presso l'Università di Melbourne, Judith Field ha svelato finalmente il risultato delle tanto attese datazioni condotte, mediante ESR e serie dell'uranio, sui resti dentari della megafauna prelevati dal sito di Cuddie Springs. Come già previsto da Gillespie e Brook, le date erano di 10000 anni più antiche di quelle indirette ottenute in precedenza dagli scavi con il radiocarbonio e la tecnica OSL: una doccia fredda per l'ipotesi di una lunga convivenza tra esseri umani e megafauna. Nel 2009, Judith Field e colleghi hanno riconosciuto che gli esseri umani possono aver avuto un ruolo verso la fine del processo di estinzione della megafauna, ma continuano a sottolineare che altri fattori ambientali hanno avuto probabilmente un impatto significativo.

Sempre durante il Selwyn Symposium del 2007, Stephen Wroe avanzava ancora illazioni su presunte motivazioni politiche: "Ciò che più mi spaventa è che la scelta tra le due tesi sembra condizionata dalla politica. Questo rischia di non farci vedere tutte le implicazioni. In un mondo come quello di oggi, nel quale il maggiore problema che l'umanità deve affrontare è il cambiamento climatico, le ipotesi e le linee di ricerca che tentano di metterlo in secondo piano sono potenzialmente pericolose".

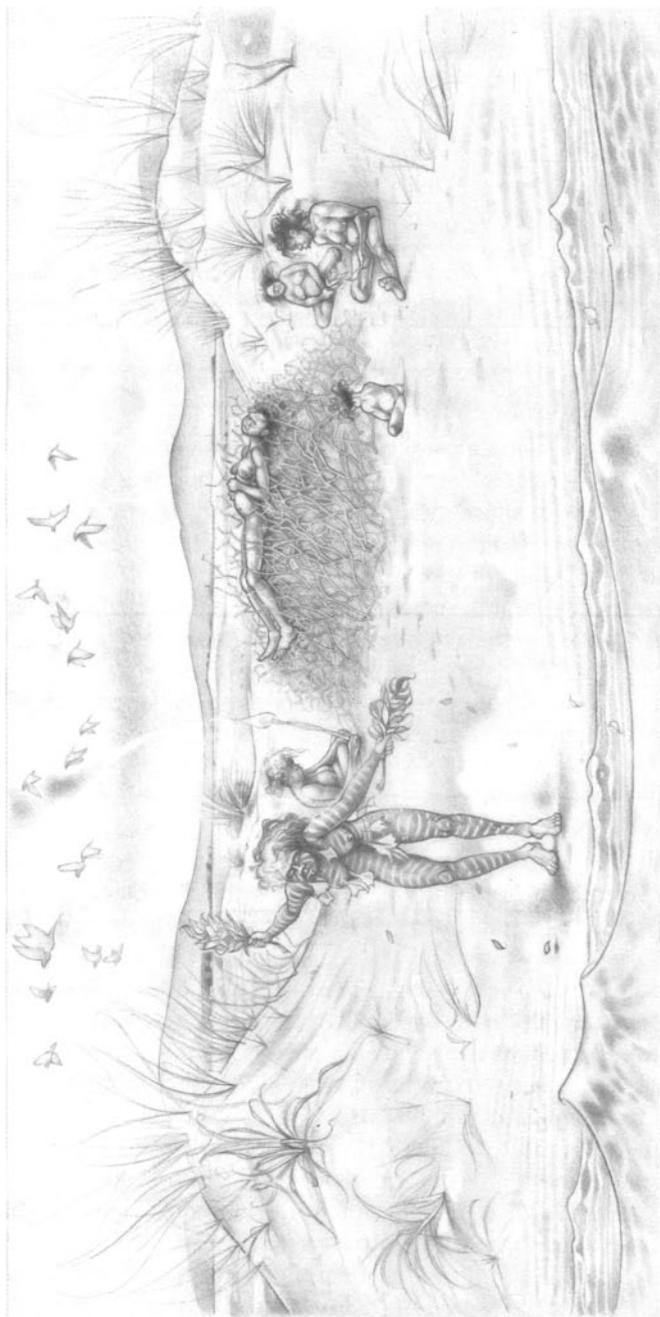
"Ti stai avventurando su una strada pericolosa", replicò Gifford Miller. "In questo modo affermi implicitamente che la comunità scientifica segue un'agenda predeterminata".

# Epilogo

Interrato per isolare le preziose ossa degli antichi australiani dalle torride temperature esterne, costruito nel cuore della terra aborigena, l'edificio si affaccerebbe oggi sulle grandi *lunette* di sabbia e sancirebbe l'avvio di un *nuovo corso*, quarant'anni dopo il ritrovamento della Donna di Mungo.

Si nutrivano grandi speranze nella realizzazione del progettato *centro di custodia*, che avrebbe rivitalizzato la ricerca dopo decenni di incertezze. Gli scienziati avrebbero potuto recarvisi per studiare i resti e i manufatti aborigeni riportati ai Laghi Willandra dalle istituzioni australiane e da quelle di tutto il mondo. E gli Aborigeni dei 3TTG avrebbero ottenuto il ritorno dei resti nella terra d'origine. Negli ultimi vent'anni sono state condotte ben poche ricerche sui resti del Lago Mungo o di altri siti australiani: il clima politicizzato intorno alle antiche sepolture umane si è riscaldato troppo. Anche se il centro di custodia non avrebbe potuto garantire le ricerche, che sarebbero ricadute in ogni caso sotto la giurisdizione dei 3TTG, non le avrebbe nemmeno impedito.

La struttura – la cui realizzazione era stata prevista per il 2008 – aveva un costo stimato di 4 milioni di dollari australiani, doveva possedere sistemi di controllo ambientale all'avanguardia per conservare la collezione in condizioni ottimali, un laboratorio e un centro di formazione. Avrebbe creato parecchi posti di lavoro per gli abitanti del luogo, e nel 2006 il National Museum of Australia aveva avviato un programma di formazione sulla conservazione destinato ai giovani Aborigeni. Per la progettazione dell'edificio, i 3TTG avevano scelto Greg Burgess, architetto noto per il progetto del centro culturale di Uluru-Kata Tjuta, una struttura immersa in un ambiente delicato, dal punto di vista sia ecologico sia politico". Il



progetto preliminare di una struttura circolare per Mungo fu accolto favorevolmente alla conferenza "Legacy of an Ice Age" del 2006, dai veterani della ricerca che speravano di passare il testimone ai colleghi più giovani. Il *centro di custodia* appariva come un solido presidio a difesa del loro patrimonio intellettuale.

Le opinioni dei 3TTG riguardo alla ricerca sui resti umani erano tuttavia divergenti. Junette Mitchell si pronunciò così quando le chiesero se avrebbe approvato ulteriori studi sull'Uomo e sulla Donna di Mungo: "Hanno già fatto abbastanza ricerche su di loro".

Negli ultimi tempi, comunque, è raro trovare aperta la stanza dell'Australian National University che ospita gli scheletri dei Laghi Willandra, che ricadono sotto la salvaguardia congiunta di Alan Thorne, dei Paakantji e dei Mutthi Mutthi.

L'erosione delle *lunette* fa continuamente emergere nuovi scheletri nei Laghi Willandra, e i gestori del patrimonio, che tentano di preservare i resti nel terreno, sono a conoscenza di molti reperti esposti alle intemperie. Scavi di salvataggio condotti in alcuni dei luoghi sepolcrali più dissestati sono riusciti a sottrarre all'azione degli elementi alcuni scheletri, ora custoditi a Mungo. Il Bambino di Mungo è ancora sepolto nella sabbia e gli scienziati temono che le sue ossa siano ormai troppo sgretolate per poter fornire informazioni sull'infanzia nella regione dei Willandra durante l'era glaciale.

Nel 2007 il governo australiano ha respinto la domanda di finanziamento per la costruzione del nuovo centro di custodia dei Laghi Willandra.

\*\*\*

Quarantamila anni fa la morte di una giovane donna mise in moto un rituale funebre che durò per giorni in riva al lago. La sua breve vita si era svolta sullo sfondo dei cinque enormi laghi interni, contornati da acacie brillanti come l'oro. Aveva ammirato il sorgere del sole sulle sconfinite *lunette* di sabbia dai colori pallidi, situate sulla sponda orientale del Lago Mungo. Aveva visto il cielo dipingersi di colori sgargianti durante gli spettacolari tramonti, mentre il vento soffiava una polvere rossa e sottile che proveniva dal centro arido del continente.

La Donna di Mungo fu nuovamente protagonista di una cerimonia rituale nel 1990, quando i suoi resti furono restituiti ai Tre

Gruppi Tribali Tradizionali, e adesso riposa in un centro di custodia provvisorio all'interno del Centro Turistico di Mungo.

Junette Mitchell sta ancora aspettando di sapere qual è il suo legame di parentela con la Donna di Mungo. Racconta ancora la storia di quando, il giorno del ritorno alla sua *terra* di questa donna dell'era glaciale, vide alzarsi dalla *lunette* di Mungo un vortice di sabbia che gli Aborigeni chiamano *willy-willy*.

# Bibliografia

## **Junette**

DU CROS H. (2002) *Much more than stones and bones: Australian archaeology in the late twentieth century*, Melbourne University Press, Melbourne

HORTON D. (1994) *The Encyclopaedia of Aboriginal Australia*, Aboriginal Studies Press, Canberra

## **Padroni del tempo e scienziati padreterni**

WESTAWAY M. (2006) "The Pleistocene Remains Collection from the Willandra Lakes World Heritage Area, Australia, and its role in understanding modern human origins" in: *Proceedings of the 7th and 8th Symposia on Collection Building and Natural History Studies in Asia and the Pacific Rim*, National Science Museum Monographs, vol. 34, pp. 127–38

## **Luce e calore**

BOWDLER S. (1991) "Some sort of dates at Malakunanja II: A reply to Roberts et al.", *Australian Archaeology*, vol. 32, pp. 50–1

CAMPBELL J.B., COLE N., HATTE E. ET AL. (1997) "Dating of rock surface accretions with Aboriginal paintings and engravings in North Queensland", *Tempus*, vol. 6, pp. 231–9

DAVID B., ROBERTS R., TUNIZ C. ET AL. (1997) "New optical and radiocarbon dates from Ngarrabullgan Cave, a Pleistocene archaeological site in Australia: Implications for the comparability of time clocks and for the human colonisation of Australia", *Antiquity*, vol. 71, pp. 183–8

DAYTON L., WOODFORD J. (1996) "Australia's date with destiny", *New Scientist*, December 7, 1996, pp. 28–31

FULLAGAR R.L.K., PRICE D.M., HEAD L.M. (1996) "Early human occupation of northern Australia: Archaeology and thermoluminescence dating of Jinmium rock-shelter, Northern Territory", *Antiquity*, vol. 70, pp. 751–73

JONES R. (1982) "Ions and eons: Some thoughts on archaeological science and scientific archaeology" in: Ambrose W., Duerden P. (eds) *Archaeometry*:

*An Australian perspective*, Australian National University, Canberra, pp. 22–35

MULVANEY J., KAMMINGA J. (1999) *Prehistory of Australia*, Allen & Unwin, Sydney

PILLANS B., NAISH T. (2004) "Defining the Quaternary", *Quaternary Science Reviews*, vol. 23, pp. 2271–82

ROBERTS R., BIRD M., OLLEY J. ET AL. (1998) "Optical and radiocarbon dating at Jinmium rock shelter in northern Australia", *Nature*, vol. 393, pp. 358–62

ROBERTS R., WALSH G., MURRAY A. ET AL. (1997) "Luminescence dating of rock art and past environments using mud-wasp nests in northern Australia", *Nature*, vol. 387, pp. 696–9

SMITH L., DU CROS H. (1995) "Reflections on women in archaeology" in: Balme J., Beck W. (eds) *Gendered Archaeology*, ANH Publications, Canberra, pp. 9–10

SPOONER N. (1998) "Human occupation at Jinmium, northern Australia: 116,000 years old or much less?", *Antiquity*, vol. 72, pp. 173–8

TUNIZ C., BIRD J.R., HERZOG G.F., FINK D. (1998) *Accelerator Mass Spectrometry*, CRC Press, Boca Raton, FL

TUNIZ C., NORTON G. (2008) "Accelerator mass spectrometry: new trends and applications", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, vol. 266, pp. 1837–45

### **La vera età della Donna di Mungo**

BOWLER J.M., JOHNSTON H., OLLEY J.M. ET AL. (2003) "New ages for human occupation and climatic change at Lake Mungo, Australia", *Nature*, vol. 421, pp. 837–40

BOWLER J.M., JONES R., ALLEN H., THORNE A.G. (1970) "Pleistocene human remains from Australia: A living site and human cremation from Lake Mungo, western New South Wales", *World Archaeology*, vol. 2, pp. 39–60

FIELD J., WROE S., FULLAGAR R. (2006) "Blitzkrieg: Fact and fiction at Cuddie Springs, Australia", *Australasian Science*, July 2006, pp. 28–9

GILLESPIE R. (1997) "Burnt and unburnt carbon: Dating charcoal and burnt bone from the Willandra Lakes, Australia", *Radiocarbon*, vol. 39, pp. 239–50

GILLESPIE R. (2002) "Dating the first Australians", *Radiocarbon*, vol. 44, pp. 455–72

GRÜN R., ABEYRATNE M., HEAD J., TUNIZ C., HEDGES R.E.M. (1997) "AMS <sup>14</sup>C analysis of teeth from archaeological sites showing anomalous ESR dating results", *Quaternary Science Reviews*, vol. 16, pp. 437–44

THORNE A., GRÜN R., MORTIMER G. ET AL. (1999) "Australia's oldest human remains: Age of the Lake Mungo 3 skeleton", *Journal of Human Evolution*, vol. 36, pp. 591–612

TURNER C.S.M., BIRD M.I., FIFIELD L.K. ET AL. (2001) "Early human occupation at Devil's Lair, southwestern Australia 50,000 years ago", *Quaternary Research*, vol. 55, pp. 3–13

### **Stairway to Heaven: la scala di corallo**

CHAPPELL J. (1974) "Geology of coral terraces, Huon Peninsula, New Guinea: A study of Quaternary tectonic movements and sea-level changes", *Bulletin of the Geological Society of America*, vol. 85, pp. 553–70

CHAPPELL J. (2002) "Sea level changes forced ice breakouts in the Last Glacial cycle: New results from coral terraces", *Quaternary Science Reviews*, vol. 21, pp. 1229–40

EPICA COMMUNITY MEMBERS (2004) "Eight glacial cycles from an Antarctic ice core", *Nature*, vol. 429, pp. 623–8

HAYS J.D., IMBRIE J., SHACKLETON N.J. (1976) "Variations in the earth's orbit: Pacing-maker of the ice ages", *Science*, vol. 194, pp. 1121–32

JOUZEL J., MASSON-DELMOTTE V., CATTANI O. ET AL. (2007) "Orbital and millennial Antarctic climate variability over the past 800,000 years", *Science*, vol. 317, pp. 793–6

O'CONNOR S, CHAPPELL J. (2003) "Colonisation and coastal subsistence in Australia and Papua New Guinea: Different timing, different modes?" in: Sand C. (ed.) *Pacific Archaeology: Assessments and prospects*, Département Archéologie, Service des musées et du patrimoine de Nouvelle-Calédonie, Noumea, pp. 17–32

RAYMO M.E., HUYBERS P. (2008) "Unlocking the mysteries of the ice ages", *Nature*, vol. 451, pp. 284–5

VEEH H.H., CHAPPELL J. (1970) "Astronomical theory of climatic change: Support from New Guinea", *Science*, vol. 167, pp. 862–5

### **Tafferugli scientifici**

EDMEADES B. (2006) *Megafauna. First victims of the human-caused extinction*, foreword by Paul S. Martin (<http://www.megafauna.com/>)

FLANNERY T. (1994) *The Future Eaters*, Reed Books, Chatswood

JONES R. (1968) "The geographical background to the arrival of man in Australia and Tasmania", *Archaeology and Physical Anthropology in Oceania*, vol. 3, pp. 186–215

LONG J.A., VICKERS-RICH P., HIRSCH K., BRAY E., TUNIZ C. (1998) "The Cervantes egg: An early Malagasy tourist to Australia", *Records of the Australian Museum*, vol. 19, pp. 39–46

MERRILEES D. (1968) "Man the destroyer: Late Quaternary changes in the Australian marsupial fauna", *Journal of the Royal Society of Western Australia*, vol. 51, pp. 1–24

ROBERTS R.G., FLANNERY T.F., AYLIFFE L.K. ET AL. (2001) "New ages for the last Australian megafauna: Continent-wide extinction about 46,000 years ago", *Science*, vol. 292, pp. 1888–92

SMITH L. (1995) "What is this thing called post-processual archaeology... and what is its relevance to Australian archaeology?", *Australian Archaeology*, vol. 40, pp. 28–32

VICKERS-RICH P., RICH T. (1993) *Wildlife of Gondwana*, Reed Books, Chatswood

### **I segreti del guscio di Geny**

FLANNERY T. (1994) *The Future Eaters*, Reed Books, Chatswood

MAGEE J.W., MILLER G.H., SPOONER N.A., QUESTIAUX D. (2004) "Continuous 150 k.y. monsoon record from Lake Eyre, Australia: Insolation-forcing implications and unexpected Holocene failure", *Geology*, vol. 32, pp. 885–7

MILLER G.H., MAGEE J.W., JOHNSON B.J. ET AL. (1999) "Pleistocene extinction of *Genyornis newtoni*: Human impact on Australian megafauna", *Science*, vol. 283, pp. 205–8

MILLER G.H., FOGEL M.L., MAGEE J.W. ET AL. (2005) "Ecosystem collapse in Pleistocene Australia and a human role in megafaunal extinction", *Science*, vol. 309, pp. 287–90

MILLER G.H., MANGAN J., D. POLLARD ET AL. (2005) "Sensitivity of the Australian Monsoon to insolation and vegetation: Implications for human impact on continental moisture balance", *Geology*, vol. 33, pp. 65–8

MURRAY P.F., VICKERS-RICH P. (2004) *Magnificent Mihirungs*, Indiana University Press, Bloomington

TEDFORD R.H., WELLS R.T. (1990) "Pleistocene deposits and fossil vertebrates from the 'dead heart' of Australia", *Memoirs of the Queensland Museum*, vol. 28, pp. 263–84

### **Frank, il diprotodonte**

AYLIFFE L.K., MARIANELLI P.C., MORIARTY K.C. ET AL. (1998) "500 ka precipitation record from southeastern Australia: Evidence for interglacial relative aridity", *Geology*, vol. 26, pp. 147–50

BROOK B.W., BOWMAN D.M.J.S., BURNEY D.A. ET AL. (2007) "Would the Australian megafauna have become extinct if humans had never colonised the continent? Comments on 'A review of the evidence for a human role in the extinction of Australian megafauna and an alternative explanation' by S. Wroe and J. Field", *Quaternary Science Reviews*, vol. 26, pp. 560–4

BROOK S. (2001) "Battle of the mega-marsupials", *The Weekend Australian*, June 9, 2001, p. 3

DODSON J., FULLAGAR R., FURBY J., JONES R., PROSSER I. (1993) "Humans and megafauna in a Late Pleistocene environment at Cuddie Springs, north-western New South Wales", *Archaeology in Oceania*, vol. 28, pp. 93–9

- FIELD J., FILLIOS M., WROE S. (2008) "Chronological overlap between humans and megafauna in Sahul (Pleistocene Australia-New Guinea): a review of the evidence", *Earth-Science Reviews*, vol. 89, pp. 97–115
- FIELD J., FULLAGAR R., LORD G. (2001) "A large area archaeological excavation at Cuddie Springs", *Antiquity*, vol. 75, pp. 696–702
- GILLESPIE R. (2008) "Updating Martin's global extinction model", *Quaternary Science Reviews*, vol. 27, pp. 2522–29
- GILLESPIE R., BROOK B.W. (2006) "Is there a Pleistocene archaeological site at Cuddie Springs?", *Archaeology in Oceania*, vol. 41, pp. 1–11
- GILLESPIE R., BROOK B.W., BAYNES A. (2006) "Short overlap of humans and megafauna in Pleistocene Australia", *Alcheringa Special Issue*, vol. 1, pp. 163–86
- GRÜN R., WELLS R., EGGINS S. ET AL. (2008) "Electron spin resonance dating of South Australian megafauna sites", *Australian Journal of Earth Sciences*, vol. 55, pp. 917–35
- HORTON D. (2000) *The Pure State of Nature*, Allen & Unwin, Sydney, p. 115
- O'CONNOR S., CHAPPELL J. (2003) "Colonisation and coastal subsistence in Australia and Papua New Guinea: Different timing, different modes?" in: Sand C. (ed) *Pacific Archaeology: Assessments and prospects*, Département Archéologie, Service des musées et du patrimoine de Nouvelle-Calédonie, Noumea, pp. 17–32
- PATE F.D., MCDOWELL M.C., WELLS R.T., SMITH A.M. (2002) "Last recorded evidence for megafauna at Wet Cave, Naracoorte, South Australia 45,000 years ago", *Australian Archaeology*, vol. 54, pp. 53–5
- PRIDEAUX G.J., ROBERTS R.G., MEGIRIAN D. ET AL. (2007) "Mammalian responses to Pleistocene climate change in southeastern Australia", *Geology*, vol. 35, pp. 33–6
- ROBERTS R.G., FLANNERY T.F., AYLIFFE L.K. ET AL. (2001) "New ages for the last Australian megafauna: Continent-wide extinction about 46,000 years ago", *Science*, vol. 292, pp. 1888–92
- TRUEMAN C.N.G., FIELD J.H., DORTCH J., CHARLES B., WROE S. (2005), "Prolonged co-existence of humans and megafauna in Pleistocene Australia", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 102, pp. 8381–5
- VAN HUET S., GRÜN R., MURRAY-WALLACE C.V., REDVERS-NEWTON N., WHITE J.P. (1998) "Age of Lancefield megafauna: A reappraisal", *Australian Archaeology*, vol. 46, pp. 5–11
- WELLS R.T., GRÜN R., SULLIVAN J. ET AL. (2006) "Late Pleistocene megafauna site at Black Creek Swamp, Flinders Chase National Park, Kangaroo Island, South Australia", *Alcheringa Special Issue*, vol. 1, pp. 367–87
- WROE S., FIELD J. (2007) "A reply to comment by Brook et al. 'Would the Australian megafauna have become extinct if humans had never colonised the continent?' " *Quaternary Science Reviews*, vol. 26, pp. 565–7

### **Animali virtuali**

ALROY J. (2001) "A multispecies overkill simulation of the end-Pleistocene megafaunal mass extinction", *Science*, vol. 292, pp. 1893–6

BARNOSKY A., KOCH P.L., FERANEC R.S., WING S.L., SHABEL A.B. (2004) "Assessing the causes of Late Pleistocene extinctions on the continents", *Science*, vol. 306, pp. 70–5

BROOK B.W., BOWMAN D.M.J.S. (2004) "The uncertain blitzkrieg of Pleistocene megafauna", *Journal of Biogeography*, vol. 31, pp. 517–23

BROOK B.W., JOHNSON C.N. (2006) "Selective hunting of juveniles as a cause of the imperceptible overkill of the Australian Pleistocene megafauna", *Alcheringa Special Issue*, vol. 1, pp. 39–48

TUCK G.N., POLACHEK T., CROXALL J.P., WEIMERSKIRCH H. (2001) "Modelling the impact of fishery by-catches on albatross populations", *Journal of Applied Ecology*, vol. 38, pp. 1182–96

### **Paesaggi del Pleistocene**

KERSHAW A.P. (1986) "Climatic change and Aboriginal burning in north-east Australia during the last two glacial/interglacial cycles", *Nature*, vol. 322, pp. 47–9

PRIDEAUX G.J., LONG J.A., AYLIFFE L.K. ET AL. (2007) "An arid-adapted middle Pleistocene vertebrate fauna from south-central Australia", *Nature*, vol. 445, pp. 422–5

TURNER C.S.M., KERSHAW A.P., MOSS P. ET AL. (2001) "Redating the onset of burning at Lynch's Crater (North Queensland): Implications for human settlement in Australia", *Journal of Quaternary Science*, vol. 16, pp. 767–71

TURNER C.S.M., KERSHAW A.P., CLEMENS S.C. ET AL. (2004) "Millennial and orbital variations of El Niño/Southern Oscillation and high-latitude climate in the last glacial period", *Nature*, vol. 428, pp. 306–10

### **L'invasione del Nuovo Mondo**

BAHN P. (1991) "Dating the first American: When did people first enter the New World? Clues from distinctive rock art may push the date back by thousands of years", *New Scientist*, vol. 1778, July 1991, p. 26

BARNOSKY A., KOCH P.L., FERANEC R.S., WING S.L., SHABEL A.B. (2004) "Assessing the causes of Late Pleistocene extinctions on the continents", *Science*, vol. 306, pp. 70–5

GILBERT M.T.P., TOMSHO L.P., RENDULIC S. ET AL. (2007) "Wholegenome shotgun sequencing of mitochondria from ancient hair shafts", *Science*, vol. 317, pp. 1927–30

GILBERT M.T.P., KIVISILD T., GRØNNOW B. ET AL. (2008) "Palaeo-Eskimo mtDNA genome reveals matrilineal discontinuity in Greenland", *Science*, vol. 320, pp. 1787–9

GOEBEL T., WATERS M.R., O'ROURKE D.H. (2008) "The late Pleistocene dispersal of modern humans in the Americas", *Science*, vol. 319, pp. 1497–502

HAJDAS I., LOWE D.J., NEWNHAM R.M., BONANI G. (2006) "Timing of the Late-Glacial climate reversal in the Southern Hemisphere using high-resolution radiocarbon chronology for Kaipo bog, New Zealand", *Quaternary Research*, vol. 65, pp. 340–5

MARTIN P.S. (1973) "The discovery of America", *Science*, vol. 179, pp. 969–74

MARTIN P.S. (2005) *Twilight of the Mammoths: Ice Age extinctions and the rewilding of America*, University of California Press, Berkeley

WATERS M.R., STAFFORD T.W. JR. (2007) "Redefining the age of Clovis: Implications for the peopling of the Americas", *Science*, vol. 315, pp. 1122–6

WEBB S. (2007) *The First Boat People*, Cambridge University Press, Cambridge

### **L'odore del passato**

PIONAR H., KUCH M., McDONALD G., MARTIN P., PÄÄBO S. (2003) "Nuclear gene sequences from a late Pleistocene sloth coprolite", *Current Biology*, vol. 13, pp. 1150–2

STEADMAN D.W., MARTIN P.S., MACPHEE R.D.E. ET AL. (2005) "Asynchronous extinction of Late Quaternary sloths on continents and islands", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 102, pp. 11763–8

### **Bisonti**

DRUMMOND A.J., RAMBAUT A., SHAPIRO B., PYBUS O.G. (2005) "Bayesian coalescent inference of past population dynamics from molecular sequences", *Molecular Biology and Evolution*, vol. 22, pp. 1185–92

HO S.Y.W., LARSON G. (2006) "Molecular clocks: when times are a-changin'", *Trends in Genetics*, vol. 22, pp. 79–83

SHAPIRO B., DRUMMOND A.J., RAMBAUT A. ET AL. (2004) "Rise and fall of the Beringian steppe Bison", *Science*, vol. 306, pp. 1561–5

WILLERSLEV E., HANSEN A., BINLADEN J. ET AL. (2003) "Diverse plant and animal genetic records from Holocene and Pleistocene sediments", *Science*, vol. 300, pp. 791–5

### **Impatto cosmico**

CHYBA C.F., THOMAS P.J., ZAHNLE K.J. (1993) "The 1908 Tunguska explosion: Atmospheric disruption of a stony asteroid", *Nature*, vol. 361, pp. 40–4

FIRESTONE R.B., WEST A., KENNETT J.P. ET AL. (2007) "Evidence for an extraterrestrial impact 12,900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, pp. 16016–21

KERR R.A. (2008) "Experts find no evidence for a mammoth-killer impact", *Science*, vol. 319, pp. 1331–2

LONGO G. (2007) "The Tunguska Event" in: Bobrowsky P.T., Rickman H. (eds) *Comet/Asteroid Impacts and Human Society, An Interdisciplinary Approach*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp. 303–30

LONGO G., SERRA R., CECCHINI S., GALLI M. (1994) "Search for microremnants of the Tunguska cosmic body", *Planetary and Space Science*, vol. 42, pp. 163–77

### Scienza fredda e politica calda

BENSON J. (2004) "Beautiful lies", *Quarterly Essay*, vol. 13, p. 127

BROOK B.W., BOWMAN D.M.J.S., BURNEY D.A. ET AL. (2007) "Would the Australian megafauna have become extinct if humans had never colonised the continent? Comments on 'A review of the evidence for a human role in the extinction of Australian megafauna and an alternative explanation' by S. Wroe and J. Field", *Quaternary Science Reviews*, vol. 26, pp. 560–4

FIEDEL S., HAYNES G. (2004) "A premature burial: Comments on Grayson and Meltzer's requiem for overkill", *Journal of Archaeological Science*, vol. 31, pp. 121–31

FLANNERY T. (2004) "Beautiful lies: Response to correspondence", *Quarterly Essay*, vol. 13, p. 135

GRAYSON D., MELTZER D. (2003) "A requiem for North American overkill", *Journal of Archaeological Science*, vol. 30, pp. 585–93

HEAD L. (1995) "Meganesian barbeque", *Meanjin*, vol. 54, pp. 702–9

SALLEH A. (2005) "Early fire-farmers switched off monsoon", *ABC News in Science* ([www.abc.net.au/science/news/stories/s1289939.htm](http://www.abc.net.au/science/news/stories/s1289939.htm))

SHEEHAN P. (2004) "The crucifixion of St Timothy", *The Sydney Morning Herald*, June 5–6, 2004, Spectrum, p. 4

SMITH L., DU CROS H. (1995) "Reflections on women in archaeology" in: Balme J., Beck W. (eds) *Gendered Archaeology*, ANH Publications, Canberra, p. 10

SUROVELL T.A., WAGUESPACK N.M. (2008) "How many elephant kills are 14? Clovis mammoth and mastodon kills in context", *Quaternary International*, vol. 191, pp. 82–97

WROE S., FIELD J., FULLAGAR R., JERMIIN L.S. (2004) "Megafaunal extinction in the late Quaternary and the global overkill hypothesis", *Alcheringa*, vol. 28, pp. 291–331

WROE S. (2005) "On little lizards and the big extinction blame game", *Quaternary Australasia*, vol. 23, no. 1, July 2005, pp. 8–11

WROE S., FIELD J., FULLAGAR R. (2002) "Lost giants", *Nature Australia*, vol. 27, no. 5, pp. 54–61

### La scienza delle estinzioni

REED L., BOURNE D., MEGIRIAN D. ET AL. (EDS) (2006) "Proceedings of the Conference on Australian Vertebrate Evolution" (Naracoorte, South Australia, 29 March–2 April, 2005), *Alcheringa Special Issue*, vol. 1, pp. 537–42

### La guerra dei geni

ADCOCK G.J., DENNIS E.S., EASTEAL S. ET AL. (2001) "Mitochondrial DNA sequences in ancient Australians: Implications for modern human origins", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 98, pp. 537–42

BROWN P. (2000) "The First Australians", *Australasian Science*, vol. 21, May 2000, pp. 28–31

CAMERON D.W., GROVES C.P. (2004) *Bones, Stones and Molecules: "Out of Africa" and human origins*, Elsevier Academic Press, Amsterdam

CANN R.L., STONEKING M., WILSON A.C. (1987) "Mitochondrial DNA and human evolution", *Nature*, vol. 325, pp. 31–6

COOPER A., RAMBAUT A., MACAULAY V. ET AL. (2001) "Human origins and ancient human DNA", *Science*, vol. 292, pp. 1655–6

JONES C. (2001) "Challenge for Mungo skeleton theory", *Australian Financial Review*, November 1, 2001, p. 58

JONES C., DIXON J. (2001) "Who was Mungo's Mum?", *Canberra Times*, January 11, 2001, Science page

UNDERHILL P.A., PEIDONG SHEN, LIN A.A. ET AL. (2000) "Y chromosome sequence variation and the history of human populations", *Nature Genetics*, vol. 26, pp. 358–61

### Le nostre radici

ALEMSEGED Z., SPOOR F., KIMBEL W.H. ET AL. (2006) "A juvenile early hominin skeleton from Dikika, Ethiopia", *Nature*, vol. 443, pp. 296–30

ANIKOVICH M.V., SINITSYN A.A., HOFFECKER J.F. ET AL. (2007) "Early Upper Palaeolithic in Eastern Europe and implications for the dispersal of modern humans", *Science*, vol. 315, pp. 223–6

ARZARELLO M., MARCOLINI F., PAVIA G. ET AL. (2007) "Evidence of earliest human occurrence in Europe: The site of Pirro Nord (Southern Italy)", *Naturwissenschaften*, vol. 94, pp. 107–12

BACKWELL L.R., D'ERRICO F. (2001) "Evidence of termite foraging by Swartkrans early hominids", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 98, pp. 1358–63

BODMER W.F., CAVALLI-SFORZA L.L. (1976) *Genetics, evolution and man*, W.H. Freeman and Company, San Francisco (trad. it: *Genetica, evoluzione, uomo*, Mondadori, Milano, 1977)

BRAIN C.K. (1981) *The Hunters or the Hunted? An Introduction to African Cave Taphonomy*, University of Chicago Press, Chicago

BROWN K.S., MAREAN C.W., HERRIES A.I.R. ET AL. (2009) "Fire as an engineering tool of early modern humans", *Science*, vol. 325, pp. 859–2

BRUNET M., BEAUVILAIN A., COPPENS Y. ET AL. (1995) "The first Australopithecine 2,500 kilometres west of the Rift Valley (Chad)", *Nature*, vol. 378, pp. 273–5

- BRUNET M., GUY F., PILBEAM D. ET AL. (2002) "A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa", *Nature*, vol. 418, pp. 145–51
- CAVALLI-SFORZA L.L. (1966) "Population structure and human evolution", *Proceedings of the Royal Society of London B*, vol. 164, pp. 362–79
- CAVALLI-SFORZA L.L., BARRAI I., EDWARDS A.W.F. (1964) "Analysis of Human Evolution Under Random Genetic Drift", *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, vol. 29, pp. 9–20
- CAVALLI-SFORZA L.L., EDWARDS A.W.F. (1964) "Analysis of human evolution" in: Geerts S.J. (ed) *Genetics Today*, Pergamon Press, Oxford, vol. 2, pp. 923–33
- CIOCHON R. (2009) "The mystery ape of Pleistocene Asia", *Nature*, vol. 459, pp. 910–1
- CLARKE R.J. (1998) "First ever discovery of a well-preserved skull and associated skeleton of *Australopithecus*", *South African Journal of Science*, vol. 94, pp. 460–3
- CLARKE R.J. (1999) "Discovery of complete arm and hand of the 3.3 million-year-old *Australopithecus* skeleton from Sterkfontein, South Africa", *South African Journal of Science*, vol. 95, pp. 477–80
- CLARKE R.J., KUMAN K. (1999) *The Sterkfontein Caves – Palaeontological and archaeological site*, University of the Witwatersrand ([www.africangame.com/kolebka.pdf](http://www.africangame.com/kolebka.pdf))
- CONARD N.J. (2009) "A female figurine from the basal Aurignacian of Hohle Fels Cave in southwestern Germany", *Nature*, vol. 459, pp. 248–52
- DART R.A. (1925) "*Australopithecus africanus*: The man-ape of South Africa", *Nature*, vol. 115, pp. 195–9
- DART R.A. (1949) "The predatory implemental technique of *Australopithecus*", *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 7, pp. 1–38
- DENNELL R., ROEBROEKS W. (2005) "An Asian perspective on early human dispersal from Africa", *Nature*, vol. 438, pp. 1099–104
- GRÜN R., THORNE A. (1997) "Dating the Ngandong humans", *Science*, vol. 276, pp. 1575–6
- HABGOOD P.J., FRANKLIN N.R. (2008) "The revolution that didn't arrive: A review of Pleistocene Sahul", *Journal of Human Evolution*, vol. 55, pp. 187–222
- HOLLIDAY V.T., HOFFECKER J.F., GOLDBERG P. ET AL. (2007) "Geoarchaeology of the Kostenki-Borshchevo sites, Don River Valley", *Geoarchaeology*, vol. 22, pp. 181–228
- HUDJASHOV G., KIVISILD T., UNDERHILL P.A. ET AL. (2007) "Revealing the prehistoric settlement of Australia by Y chromosome and mtDNA analysis", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, pp. 8726–30
- KUMAR S., RAVURI R.R., KONERU P. (2009) "Reconstructing Indian-Australian phylogenetic link", *BMC Evolutionary Biology*, vol. 9: 173, doi: 10.1186/1471-2148-9-173 (<http://www.biomedcentral.com/1471-2148/9/173>)

- MACAULEY V., HILL C., ACHILLI A. ET AL. (2005) "Single, rapid coastal settlement of Asia revealed by analysis of complete mitochondrial genomes", *Science*, vol. 308, pp. 1034–6
- MELLARS P.A. (2006) "A new radiocarbon revolution and the dispersal of modern humans in Eurasia", *Nature*, vol. 439, pp. 931–5
- PARTRIDGE T.C. (1978) "Re-appraisal of lithostratigraphy of Sterkfontein hominid site", *Nature*, vol. 275, pp. 282–7
- PARTRIDGE T.C., GRANGER D.E., CAFFEE M.W., CLARKE R.J. (2003) "Lower Pliocene hominid remains from Sterkfontein", *Science*, vol. 300, pp. 607–12
- PARTRIDGE T.C., SHAW J., HESLOP D., CLARKE R.J. (1999) "The new hominid skeleton from Sterkfontein, South Africa; age and preliminary assessment", *Journal of Quaternary Science*, vol. 14, pp. 293–8
- PETRAGLIA M., KORISSETAR R., BOVIN N. ET AL. (2007) "Middle Palaeolithic assemblages from the Indian Subcontinent before and after the Toba super-eruption", *Science*, vol. 317, pp. 114–6
- POWELL A., SHENNAN S., THOMAS M.G. (2009) "Late Pleistocene demography and the appearance of modern human behavior", *Science*, vol. 324, pp. 1298–1301
- RUSSELL C. (2009) "The mystery ape of pleistocene Asia", *Nature*, vol. 459, pp. 910–11
- SCHOLZ C.A., JOHNSON T.C., COHEN A.S. ET AL. (2007) "East African megadroughts between 135 and 75 thousand years ago and bearing on early-modern human origins", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, pp. 16416–21
- SPOOR F., LEAKEY G., GATHOGO P.N. ET AL. (2007) "Implications of new early *Homo* fossils from Ileret, east of Lake Turkana, Kenya", *Nature*, vol. 448, pp. 688–91
- SWISHER C.G., CURTIS G.H., JACOB T. ET AL. (1994) "Age of the earliest known hominids in Java, Indonesia", *Science*, vol. 263, pp. 1118–21
- SWISHER C.G., RINK W.J., ANTÓN S.C. ET AL. (1996) "Latest *Homo erectus* at Java: Potential contemporaneity with *Homo sapiens* in Southeast Asia", *Science*, vol. 274, pp. 1870–4
- TOBIAS P.V. (2005) *Into the Past: A Memoir*, Wits University Press/Picador Africa, Johannesburg
- TURNER C.S.M., ROBERTS R.G., JACOBS Z. (2006) "Archaeology: Progress and pitfalls in radiocarbon dating", *Nature*, vol. 443, p. E3
- VAKS A., BAR-MATTHEWS M., AYALON A. ET AL. (2007) "Desert speleothems reveal climatic windows for African exodus of early modern humans", *Geology*, vol. 35, pp. 831–4
- VEKUA A., LORDKIPANIDZE D., RIGHTMIRE G.P. ET AL. (2002) "A new skull of early *Homo* from Dmanisi, Georgia", *Science*, vol. 97, pp. 85–9

- WEBB J., DOMANSKI M. (2009) "Fire and Stone", *Science*, vol. 325, pp. 821–2
- WEBB S. (2007) *The First Boat People*, Cambridge University Press, Cambridge
- WOOD B., COLLARD M. (1999) "The human genus", *Science*, vol. 284, pp. 65–71
- WYNN J.G., ALEMSEGED Z., BOBE R. ET AL. (2006) "Geological and palaeontological context of a Pliocene juvenile hominin at Dikika, Ethiopia", *Nature*, vol. 443, pp. 332–6
- ZHIVOTOVSKY L.A., ROSENBERG N.A., FELDMAN M.W. (2003) "Features of evolution and expansion of modern humans, inferred from genome-wide microsatellite markers", *American Journal of Human Genetics*, vol. 72, pp. 1171–86

## Hobbit

- ARGUE D., MORWOOD M., SUTIKNA T. ET AL (2009) "*Homo floresiensis*: A cladistic analysis", *Journal of Human Evolution*, doi:10.1016/j.jhevol.2009.05.002 (in press)
- BERGER L.R., CHURCHILL S.E., DE KLERK B., QUINN R.L. (2008) "Small-bodied humans from Palau, Micronesia", *PLoS ONE*, vol. 3(3): e1780 (<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0001780>)
- BROWN P., SUTIKNA T., MORWOOD M.J. ET AL. (2004) "A new small-bodied hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia", *Nature*, vol. 431, pp. 1055–61
- BROWN P., MAEDA T. (2009) "Liang Bua *Homo floresiensis* mandibles and mandibular teeth: A contribution to the comparative morphology of a new hominin species", *Journal of Human Evolution*, doi:10.1016/j.jhevol.2009.06.002 (in press)
- COOPER A., RAMBAUT A., MACAULAY V. ET AL. (2001) "Human origins and ancient human DNA", *Science*, vol. 292, pp. 1655–6
- CULOTTA E. (2007) "The fellowship of the Hobbit", *Science*, vol. 317, pp. 740–2
- DALTON R. (2008) "Bones, isles and videotape", *Nature*, vol. 452, pp. 806–8
- DENNELL R., ROEBROEKS W. (2005) "An Asian perspective on early human dispersal from Africa", *Nature*, vol. 438, pp. 1099–104
- FALK D., HILDEBOLT C., SMITH K. ET AL. (2005) "The brain of LB1, *Homo floresiensis*", *Science*, vol. 308, pp. 242–5
- FALK D., HILDEBOLT C., SMITH K. (2007) "Brain shape in human microcephalics and *Homo floresiensis*", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, pp. 2513–8
- FALK D., HILDEBOLT C., SMITH K. ET AL. (2009) "LB1's virtual endocast, microcephaly, and hominin brain evolution", *Journal of Human Evolution*, doi:10.1016/j.jhevol.2008.10.008 (in press)
- HENNEBERG M., SCHOFIELD J. (2008) *The Hobbit Trap: Money, fame, science and the discovery of a "new species"*, Wakefield Press, South Australia

- HENNEBERG M., THORNE A. (2004) "Flores human may be pathological *Homo sapiens*", *Before Farming*, 2004/4, article 1, pp. 2–4 ([www.waspress.co.uk/journals/beforefarming/journal\\_20044/news/2004\\_4\\_01.pdf](http://www.waspress.co.uk/journals/beforefarming/journal_20044/news/2004_4_01.pdf))
- HERSHKOVITZ I., KORNEICH L., LARON Z. (2007) "Comparative skeletal features between *Homo floresiensis* and patients with primary growth hormone insensitivity (Laron Syndrome)", *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 134, pp. 198–208
- JACOB T., INDIATI E., SOEJONO R.P., HSÜ K. ET AL. (2006) "Pygmoid Australomelanesian *Homo sapiens* skeletal remains from Liang Bua, Flores: Population affinities and pathological abnormalities", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 103, pp. 13421–6
- JUNGERS W.L., HARCOURT-SMITH W.E.H., WUNDERLICH R.E. (2009) "The foot of *Homo floresiensis*", *Nature*, vol. 459, pp. 81–4
- LARSON S.G., JUNGERS W.L., MORWOOD M.J. ET AL. (2007) "*Homo floresiensis* and the evolution of the hominin shoulder", *Journal of Human Evolution*, vol. 53, pp. 718–31
- MORWOOD M.J., O'SULLIVAN P.B., AZIZ F., RAZA A. (1998) "Fission-track ages of stone tools and fossils on the east Indonesian island of Flores", *Nature*, vol. 392, pp. 173–6
- MORWOOD M.J., SOEJONO R.P., ROBERTS R.G. ET AL. (2004) "Archaeology and age of a new hominin from Flores in eastern Indonesia", *Nature*, vol. 431, pp. 1087–91
- MORWOOD M.J., VAN OOSTERZEE P. (2007) *The Discovery of the Hobbit*, Random House, Sydney
- OBENDORF P.J., OXNARD C.E., KEFFORD B.J. (2008) "Are the small humanlike fossils found on Flores human endemic cretins?", *Proceedings of the Royal Society of London B*, vol. 275, pp. 1287–96
- ROBERTS R.G., WESTAWAY K.E., JIAN-XIN ZHAO ET AL. (2009) "Geochronology of cave deposits at Liang Bua and of adjacent river terraces in the Wae Racang valley, western Flores, Indonesia: a synthesis of age estimates for the type locality of *Homo floresiensis*", *Journal of Human Evolution*, doi:10.1016/j.jhevol.2009.01.003 (in press)
- TOCHERI M.W., ORR C.M., LARSON S.G. (2007) "The primitive wrist of *Homo floresiensis* and its implications for hominin evolution", *Science*, vol. 317, pp. 1743–5
- VAN HETEREN A.H. (2008) "*Homo floresiensis* as an island form", *Palarch's Journal of Vertebrate Palaeontology*, vol. 5, pp. 1–19
- WHEELER D.A., SRINIVASAN M., EGHOLM M. ET AL. (2008) "The complete genome of an individual by massively parallel DNA sequencing", *Nature*, vol. 452, pp. 872–6
- ZHU R.X., POTTS R., XIE F. ET AL. (2004) "New evidence on the earliest human presence at high northern latitudes in northeast Asia", *Nature*, vol. 431, pp. 559–62

## Neanderthal

BRIGGS A.W., GOOD J.M., GREEN R.E. ET AL. (2009) "Targeted retrieval and analysis of five Neanderthal mtDNA genomes", *Science*, vol. 325, pp. 318–21

CAPASSO L., TUNIZ C., MANCINI L., D'ANASTASIO R. (2009) "Nuove metodiche strumentali nell'indagine dell'origine e dell'evoluzione del linguaggio umano: correlazione fra micromorfologia, microstruttura e impegno biomeccanico dell'osso ioide nei Primati non umani, in uomini fossili e attuali", comunicazione al Congresso dell'Associazione Antropologica Italiana (Firenze, 1-4 ottobre 2009)

CARBONELL E., BERMÚDEZ DE CASTRO J.M., PARÉS J.M. ET AL. (2008) "The first hominin of Europe", *Nature*, vol. 452, pp. 465–9

CARROLL S. (2005) *Endless Forms Most Beautiful*, W.W. Norton & Co., New York (trad. it.: *Infinite forme bellissime*, Codice Edizioni, Torino, 2006)

GOLDING W. (1955) *The Inheritors*, Faber and Faber, London (trad. it.: *Uomini nudi*, Martello, Milano, 1958)

HUXLEY T.H. (1863) *Evidence as to Man's Place in Nature* (trad. it.: *Il posto dell'uomo nella natura*, UTET Libreria, Torino, 2005)

JONES C. (2007) "Prehistory lessons", *Financial Times Magazine*, November 24/25, 2007, pp. 34–7

KRINGS M., STONE A., SCHMITZ R.W. ET AL. (1997) "Neanderthal DNA sequences and the origins of modern humans", *Cell*, vol. 90, pp. 19–30

LEWIN R., FOLEY R.A. (2004) *Principles of Human Evolution*, Blackwell, Oxford

MARTINON-TORRES M., BERMÚDEZ DE CASTRO M.J., GÓMEZ-ROBLES A. ET AL. (2007) "Dental evidence on the hominin dispersals during the Pleistocene", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, pp. 13279–82

MOSER S. (1992) "The visual language of archaeology: A case study of the Neanderthals", *Antiquity*, vol. 66, pp. 831–44

OLEJNICZAK A.J., SMITH T.M., FEENEY R.N.M. ET AL. (2008) "Dental tissue proportion and enamel thickness in Neanderthal and modern human molars", *Journal of Human Evolution*, vol. 55, pp. 12–23

RICHARDS M., HARVATI K., GRIMES V. ET AL. (2008) "Strontium isotope evidence of Neanderthal mobility at the site of Lakoni, Greece using laserablation PIMMS", *Journal of Archaeological Science*, vol. 35, pp. 1251–6

STRINGER C.B., ANDREWS P. (1988) "Genetic and fossil evidence for the origin of modern humans", *Science*, vol. 239, pp. 1263–8

STRINGER C.B., FINLAYSON J.C., BARTON R.N.E. ET AL. (2008) "Neanderthal exploitation of marine mammals in Gibraltar", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 105, pp. 14319–24

TRINKAUS E. (2007) "European early modern humans and the fate of the Neanderthals", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, pp. 7367–72

WATSON E., FORSTER P., RICHARDS M., BANDELT H.-J. (1997) "Mitochondrial footprints of human expansions in Africa", *American Journal of Human Genetics*, vol. 61, pp. 691–704

WONG K. (2009) "The Mysterious Downfall of the Neandertals", *Scientific American*, vol. 301, August 2009, pp. 32–7

YAMEI H., POTTS R., BAOYIN Y. ET AL. (2000) "Mid-Pleistocene Acheuleanlike stone technology of the Bose Basin, South China", *Science*, vol. 287, pp. 1622–6

ZILHAO J. (2007) "The Neanderthals: Human ancestors or aliens from outer time?", *Re:search*, University of Bristol, April 2007

### **Progetto "vampiro"**

BEHAR D.M., VILLEMS R., SOODYALL H. ET AL. (2008) "The dawn of human matrilineal diversity", *American Journal of Human Genetics*, vol. 82, pp. 1130–40

BURKE H., LOVELL-JONES C., SMITH C. (1994) "Beyond the looking glass: Some thoughts on sociopolitics and reflexivity in Australian archaeology", *Australian Archaeology*, vol. 38, pp. 13–22

CANN H.M., DE TOMA C., CAZES L. ET AL. (2002) "A human genome diversity cell line panel", *Science*, vol. 296, pp. 261–2

CAVALLI-SFORZA L.L. (2005) "The Human Genome Diversity Project: past, present and future", *Nature Reviews Genetics*, vol. 6, pp. 333–40

JONES C. (1995) "Vampire project threatens Aboriginal beliefs on creation", *Canberra Times*, December 30, 1995, Saturday Forum, p. 10

JONES C. (1997) "Genes study treads a tightrope", *Canberra Times*, July 19, 1997, Saturday Forum, p. 13

LI J.Z., ABSHER D.M., TANG H. ET AL. (2008) "Worldwide human relationships inferred from genome-wide patterns of variation", *Science*, vol. 319, pp. 1100–4

ORLANDO L., DARLU P., TOUSSAINT M. ET AL. (2006) "Revisiting Neanderthal diversity with a 100,000 year old mtDNA sequence", *Current Biology*, vol. 16, pp. R400–2

SMITH L. (1995) "What is this thing called post-processual archaeology... and is it relevant for Australian archaeology?", *Australian Archaeology*, vol. 40, pp. 28–31

STONE L., LURQUIN P.F., CAVALLI-SFORZA L.L. (2007) *Genes, Culture and Human Evolution: A synthesis*, Blackwell Publishing, Oxford

THE HUMAN GENOME DIVERSITY PROJECT (1993) *Summary Document*, HUGO Europe, London (<http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/505331-MQFGQP/webviewable/>)

WELLS S. (2006) *Deep Ancestry: Inside the Genographic Project*, National Geographic, Washington, DC, p. 247

WHEELER D.A., SRINIVASAN M., EGHOLM M. ET AL. (2008) "The complete genome of an individual by massively parallel DNA sequencing", *Nature*, vol. 452, pp. 872–6

### Ritorno alla terra

BUDINICH M., MONTAGNARI E., TUNIZ C. (2009) *International Workshop on Science for Cultural Heritage Proceedings* (Trieste, October 23–27, 2006), World Scientific, Hong Kong (in press)

BURKE H., SMITH C., LIPPERT D. ET AL. (EDS) (2008) *Kennewick Man Perspectives on the Ancient One*, Left Coast Press, Walnut Creek, CA

BUSATTA S. (2006) "La guerra delle ossa: la controversia sull'Uomo di Kennewick", *Antrocom*, vol. 2, n. 1, pp. 37–43 (<http://www.antrocom.net/upload/sub/antrocom/020106/08-Antrocom.pdf>)

CHALMERS N. (2003) "Statement of dissent from Neil Chalmers" in: *Report of the Working Group on Human Remains* ([www.culture.gov.uk/images/publications/ghr\\_reportfeb07.pdf](http://www.culture.gov.uk/images/publications/ghr_reportfeb07.pdf))

FILLIOS M., FIELD J., CHARLES B. (2009) "Investigating human and megafauna co-occurrence in Australian prehistory: Mode and causality in fossil accumulations at Cuddie Springs", *Quaternary International*, doi: 10.1016/j.quaint.2009.04.003 (in press)

JONES C. (2002) "Bones of contention", *The Bulletin*, April 9, 2002, pp. 37–9

JONES C. (2003) "Home is where the oxygen isotope is", *Australian Financial Review*, Nov. 1–2, 2003, p. 37

LEVITT N. (2001) "Kennewick Man: Burying the truth about America's past", *Spiked-Science*, January 20, 2001 ([www.spiked-online.com/Articles/000000053AD.htm](http://www.spiked-online.com/Articles/000000053AD.htm))

McMANAMON F.P. (2004) "Kennewick Man", National Park Service Archeology Program ([www.nps.gov/ archeology/Kennewick/](http://www.nps.gov/ archeology/Kennewick/))

MULVANEY D.J. (1991) "Past regained, future lost: The Kow Swamp Pleistocene burials", *Antiquity*, vol. 65, pp. 12–21

PRIDEAUX G.J., AYLIFFE L.K., DeSANTIS L.R.G. ET AL. (2009) "Extinction implications of a chenopod browse diet for a giant Pleistocene kangaroo", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, pp. 11646–50

SMITH L. (2004) "The repatriation of human remains—problem or opportunity", *Antiquity*, vol. 78, pp. 404–13

TAFFOREAU P., SMITH T.M. (2008) "Nondestructive imaging of hominoid dental microstructure using phase contrast X-ray synchrotron microtomography", *Journal of Human Evolution*, vol. 54, pp. 272–8

TOBIAS P.V. (2005) *Into the Past: A Memoir*, Wits University Press/Picador Africa, Johannesburg

# Riconoscimenti

Questo libro è frutto di anni di ricerche e di discussioni con alcuni dei maggiori specialisti che si occupano dell'origine dell'uomo, della sua diffusione sul pianeta, nonché della sua interazione con l'ambiente e con le altre specie. Molti di questi scienziati ci hanno aperto i loro laboratori e fatto visitare i siti archeologici nei quali stanno conducendo le loro ricerche.

Naturalmente, lo spazio non ci ha consentito né di presentare tutti coloro che hanno prodotto importanti contributi in questo campo, né di rendere conto di tutte le informazioni raccolte.

Alcuni dei risultati e delle ipotesi che abbiamo illustrato nel libro sono destinati a essere migliorati, o anche abbandonati, man mano che saranno disponibili ulteriori dati e nuove evidenze. Le opinioni espresse sono nostre, e non necessariamente condivise da coloro che ci hanno offerto la loro collaborazione.

Gli autori desiderano ringraziare Jeremy Austin, Alex Baynes, Jim Bowler, Peter Brown, Ron Clarke, Alan Cooper, Matt Cupper, Francesco d'Errico, James Dixon, Louise Dunn, Graham Farquhar, Keith Fifield, Tim Flannery, Daniele Gouthier, Peter Forster, Michael Gagan, Russ Graham, Colin Groves, Rainer Grün, Simon Haberle, Hal Hatch, Rhys Jones, Harvey Johnston, Peter Kershaw, John Long, Simon Longstaff, Luigi Luca Cavalli-Sforza, Ernest Lundelius, John Magee, Paul Martin, Duncan Merrilees, Gifford Miller, Junett Mitchell, John Mitchell, Leanne Mitchell, Mike Morwood, John Mulvaney, Jon Olley, R.T.C. Partridge, Svante Pääbo, Gavin Prideaux, Tom Rich, Richard Roberts, Mike Smith, David Steadman, Chris Stringer, Phillip Tobias, Chris Turney, Steve Webb, Elizabeth Weiss, Rod Wells, Spencer Wells, Michael Westaway e Milford Wolpoff.