

# L'evoluzione cerebrale degli ominidi: quando antropologia, paleontologia e psicologia convergono su una domanda

CHRISTIAN AGRILLO

Università degli Studi di Padova,  
Dipartimento di Psicologia Generale, Via Venezia 8, 35131 Padova, Italia (email: [christian.agrillo@unipd.it](mailto:christian.agrillo@unipd.it)).

**Abstract.** Lo studio dell'evoluzione cerebrale degli ominidi rappresenta uno dei punti di arrivo di diverse discipline che pongono l'essere umano al centro del proprio interesse: la paleontologia, che si serve dei reperti fossili per evincere la storia evolutiva del cranio e del cervello; l'antropologia, che utilizza utensili e tradizioni di culture differenti per accostarsi anche allo studio della cognizione umana e infine la psicologia che - attraverso il confronto con le capacità cognitive di altri primati - si propone di indagare l'unicità o meno delle potenzialità mentali di cui disponiamo, alla ricerca di elementi condivisi dai nostri parenti più prossimi evolutisi in una diversa regione del continente africano.

Comprendere quali siano state le cause che hanno diversificato il cammino dell'Uomo da quello degli altri primati significa, in primo luogo, capire quali fattori costituiscono effettivamente una prerogativa della specie umana, cosa ci differenzia dalle scimmie e come questo possa essere avvenuto. Diverse teorie sono state ipotizzate al riguardo: il presente lavoro riassume le principali visioni correnti, ponendo l'una di fronte l'altra e suggerendo come la mente umana possa essersi evoluta in seguito alla compresenza di più fattori che hanno spinto verso la medesima direzione, a differenza di quanto avvenuto per le scimmie antropomorfe.

*Parole chiave:* Evoluzione cerebrale, Psicologia evolucionistica, Ominidi, Antropologia, Paleontologia umana

## INTRODUZIONE

Il compito di studiare il processo di accrescimento cerebrale nella storia dell'Uomo è inevitabilmente ostacolato dal fatto che l'encefalo non lascia testimonianze dirette di sé, non fossilizzandosi. Di conseguenza possono essere utilizzate procedure solamente indirette in grado di evincere informazioni partendo dai reperti ossei.

Una metodica consiste, ad esempio, nella misura diretta della cavità endocranica, riempiendola con differenti materiali (piccoli semi, piombi da pesca) misurando poi il volume di questi. In realtà il volume ricavato corrisponde a quello della cavità endocranica e non dell'encefalo: tra encefalo e scatola cranica ossea trovano posto anche le meningi, lo spazio subaracnoideo, vene, arterie e nervi cranici che rendono la possibilità di fornire una stima delle dimensioni cerebrali alquanto problematica. Inoltre non è dato sapere se l'aumento della capacità cranica correla anche positivamente con un aumento del numero di neuroni, un accrescimento delle loro dimensioni o ancora un aumento della quantità di cellule gliali o delle strutture di sostegno. La capacità cranica, comunque, ha di per sé poco valore in termini assoluti, in quanto trascura il rapporto tra massa cerebrale e massa corporea. Per questo motivo si è soliti calcolare il "peso encefalico relativo" di una specie attraverso la seguente formula: "massa del cervello / massa corporea".

Una seconda procedura attraverso cui è

possibile avanzare delle ipotesi sulle caratteristiche strutturali del cervello dei nostri antenati è data dall'esame della forma di riempimento della cavità endocranica, che permette di ricavare calchi approssimativi dell'encefalo di animali ormai estinti.

Tobias (1983) provò a servirsi di questo metodo anche per avanzare ipotesi in merito alla postura bipede o meno delle australopithecine: l'assenza di impronte cerebrali sulla parte superiore dei calchi endocranici in questa specie potrebbe essere dovuta, secondo lo studioso, alla stazione eretta appena conquistata. Il cervello, in un individuo che presenta un'andatura bipede, esercita infatti il massimo della pressione sulla base ed i lati della scatola cranica, mentre questa sarebbe minore sulla parete superiore.

Al riguardo, Holloway (1979) elenca alcune tra le principali trasformazioni nel corso dell'evoluzione della morfologia dei calchi da pre-australopiteco all'uomo moderno:

1. L'altezza del cervello al di sopra del cervelletto non smette mai di crescere sino alla comparsa di *H. sapiens*;
2. I poli anteriori dei lobi temporali sono sempre più grandi e sempre più rotondi e anche il margine inferiore di questo lobo continua a svilupparsi;
3. La corteccia è sempre più carica di solchi e piegheature: l'effetto generale dell'aumento delle circonvoluzioni della corteccia avrebbe portato a controllare i centri inferiori del cervello. Nei primati, la corteccia precentrale ha assunto la maggior

parte del controllo della muscolatura scheletrica e la rimozione della corteccia cerebrale in una scimmia è seguita da una paralisi quasi totale. L'acquisizione di questo controllo della corteccia avrebbe permesso ai primati di ottenere un elevato grado di coordinazione motoria.

4. La superficie orbitale del lobo frontale forma un gomito verso il basso e non ha la forma acuminata presente nei pongidi;
5. L'area di Broca (terza circonvoluzione frontale di sinistra, fondamentale per la produzione verbale del linguaggio) sembra svilupparsi e caricarsi di solchi sin dalle australopithecine;
6. Il solco lunato che delimita anteriormente il lobo occipitale si sposta sempre più all'indietro sotto la spinta espansiva della zona di associazione parietale, con conseguente riduzione del lobo occipitale. In proposito Dart e Craig (1959) parlano di tale spostamento nel calco endocranico del bambino di Taung (*A. africanus*) come della prova forse più conclusiva della riorganizzazione del cervello dallo schema pongide a quello umano.

Un terzo approccio consiste nel ricostruire il tracciato dell'irrorazione sanguigna meningea: la rete dei vasi e dei seni interni della dura madre si stampa infatti in negativo sulla parete interna delle ossa della volta cranica e, attraverso un calco, è possibile evidenziare questo tracciato.

Gli strumenti di ricerca utilizzati sui resti fossili permettono di tracciare lo sviluppo dell'encefalo nel corso della storia biologica della nostra specie. Attraverso poi l'analisi antropologica del corredo di utensili, della cultura materiale delle varie specie e il contributo della psicologia sperimentale è possibile individuare somiglianze e differenze tra l'essere umano e i primati oggi esistenti, permettendoci di avanzare delle ipotesi relative all'evoluzione cerebrale degli ominidi in base alle abilità particolarmente simili tra noi e i nostri parenti più prossimi. Qui di seguito vengono elencate alcune delle ipotesi avanzate relativamente alle cause dell'evoluzione cerebrale.

## L'EVOLUZIONE CEREBRALE

### Un cervello per correre?

Konrad Fialkowski (1986), fisiologo e antropologo, ha avanzato l'ipotesi che il nostro cervello si sia sviluppato non tanto per pensare quanto per correre: di fronte all'arido clima della savana vi sarebbe stata una forte pressione selettiva sui nostri antenati a favore di quegli individui in grado di correre il più a lungo possibile durante l'attività di caccia (Mazzucco, 2005). Fialkowski fa notare come l'uomo sia l'unica scimmia che presenti sudorazione, ma di per sé le ghiandole sudoripare e la perdita della pelliccia non basterebbero a proteggere il cervello dal calore eccessivo: Cabanac e Brinnell (1988) sono riusciti a dimostrare che il cervello umano possiede un sistema di refrigerazione supplementare, non ancora individuato nelle altre scimmie. Sotto surriscaldamento da stress fisico, il flusso di sangue si inverte nelle vene emissarie portando sangue fresco alla corteccia. Un aumento della quantità di cellule e reti neurali avrebbe favorito il mantenimento funzionale del cervello in condizione di stress termico causato dalla predazione sotto il sole grazie all'aumento dei possibili circuiti neurali deputati all'analisi degli eventi esterni.

Dean Falk (1990), in proposito, ha confrontato diversi resti fossili, individuando un cambiamento nell'assetto solcale nella transizione dalle australopithecine ai primi ominidi. Secondo la sua teoria - detta "*Radiator theory*" - il bipedismo e la postura eretta avrebbero promosso una circolazione encefalica centrata sul plesso vertebrale

anzichè sulla arteria giugulare, favorendo lo sviluppo di una sorta di "radiator" per il cervello. Gli esseri umani, correndo eretti, espongono una parte minore del loro corpo ai raggi solari, a differenza della maggior parte dei quadrupedi. I capelli riparano inoltre la testa dall'insolazione e questo può essere stato un motivo sufficiente per il mantenimento nel tempo di questi peli, mentre sulla fronte scoperta si registra la presenza di ghiandole sudoripare per contrastare gli effetti del calore eccessivo.

L'encefalo di *Homo erectus* sarebbe stato particolarmente esposto a tale pressione, e prove a favore di ciò sembrano provenire dal corredo di utensili attribuitigli: in esso mancano armi di pietra così appuntite da essere usate come proiettili per abbattere una preda a distanza. Questo, infatti, poteva non servire qualora la preda fosse stata inseguita fino allo sfinimento e uccisa con altri oggetti.

Per convalidare queste ipotesi e accettare quindi la necessità di fronteggiare il surriscaldamento del cervello durante la rincorsa di una preda come una causa fondamentale dello sviluppo cerebrale del genere *Homo* si dovrebbe riuscire a dimostrare che tutti gli ominidi andavano a caccia. In mancanza di questa evidenza, non resta che considerare questo fenomeno come una delle tante concause che possono aver contribuito a un processo di accrescimento cerebrale già in atto anche per altri motivi.

Nel tentativo di dimostrare che le australopithecine cacciavano gli animali le cui ossa fossili erano spesso ritrovate nello stesso contesto stratigrafico, e per spiegare la mancanza di utensili di pietra, Raymond Dart ipotizzò l'esistenza di complessi costituiti da ossa, denti e corna animali che chiamò "osteodontocheratici" (1953). Il mito di questi ominidi come "scimmie assassine" è stato poi ripetutamente confutato da diverse ricerche che hanno documentato come spesso i nostri antenati non avevano ruolo nell'ammassare le ossa animali rinvenute a ridosso dei loro resti. In molti casi, gli ominidi e le loro ipotetiche prede avevano fatto la stessa fine, vittime di altri predatori che abbandonavano i resti sotto gli alberi. Binford (1981) sostiene che le australopithecine e persino i primi *Homo sapiens* e neandertaliani europei ottenessero carne di grandi animali rovistando tra gli avanzi, mentre la caccia serviva solo a procurarsi animali di modeste dimensioni.

In effetti l'australopiteco e i membri arcaici del genere *Homo* avevano un fisico tutt'altro che imponente e, per quanto riguarda gli strumenti, non vi è nella documentazione attuale prova della presenza di armi tali da permettere la competizione con grandi predatori come leoni e tigri. Eppure i dati archeologici rivelano che questi primati condividevano la nicchia ecologica dei grandi carnivori: a Olduvai, ad esempio, sono stati trovati manufatti di pietra associati a resti fossilizzati di animali di diverse dimensioni, dalla gazzella all'elefante. Al riguardo, Blumenshine e Cavallo (1992) hanno condotto un'indagine in Tanzania combinando etologia e tafonomia. Gli autori hanno individuato due possibilità di rovistamento alimentare che avrebbero potuto effettuare i nostri antenati: le carcasse di animali molto grandi, annegati o morti di malattia, e le prede di grandi felini abbandonate nella boscaglia che costeggiava i fiumi: tale boscaglia sarebbe stata adatta a bipedi ancora parzialmente arboricoli, in quanto avrebbe nascosto le prede alla vista degli avvoltoi fornendo anche da riparo sugli alberi in caso di ritorno dei predatori. Questi studi hanno inoltre messo in evidenza che non di rado i grandi carnivori tendono a ignorare per lunghi periodi alcune carogne e talvolta le iene trovano queste carcasse solo dopo un giorno dall'abbandono da parte dei leoni. Un altro ricercatore, Henry Bunn (1982), ha scoperto in un sito di Olduvai risalente a circa due milioni di anni fa una preponderanza di ossa degli arti e del cranio: l'antropologo sostiene che soltanto iene e ominidi muniti di arnesi potevano essere in grado di sfruttare i resti di un cadavere in maniera così efficace, rompendo le ossa degli arti per succhiarne il midollo e aprendo la scatola cranica per estrarne il cervello. L'ipotesi del primate-divoratore di carcasse viene ulteriormente confermata anche dalle indagini etologiche di Jane Goodall (1991), che osservò babbuini e scimpanzé contendere i resti di una preda a grandi felini.

È evidente che l'affermazione secondo cui gli ominidi erano soliti nutrirsi di carcasse abbandonate da altri predatori significa mettere in discussione la teoria per cui il cervello sarebbe aumentato di dimensioni per permettere l'inseguimento di altri animali: in questo senso sembra ragionevole considerare tale processo come una delle diverse

concause che hanno determinato un accrescimento cerebrale. Si può ipotizzare poi che questo abbia assunto un peso maggiore nel momento in cui l'attività di caccia era ormai diventata una delle fonti principali di approvvigionamento alimentare.

### Un cervello per mappare il territorio?

Secondo alcuni ricercatori, una componente fondamentale per lo sviluppo cerebrale degli ominidi sarebbe stata la necessità di fronteggiare i cambiamenti geoclimatici avvenuti circa 5 milioni di anni fa nell'Africa orientale: la progressiva riduzione della foresta a favore della savana avrebbe infatti costretto questi primati a utilizzare strategie diverse dalle precedenti. Nel nuovo ambiente, caratterizzato da vaste distese, vi sarebbe quindi stata una forte pressione selettiva a favore degli individui in grado di conoscere il più vasto territorio possibile. La capacità di mappare un'ampia area avrebbe permesso loro di trovare un maggior numero di fonti alimentari e di percorrere le vie più sicure in caso di fuga da un predatore.

Camperio (1989), in particolare, ipotizza che questa crescita del cervello nei nostri antenati abbia determinato un grosso cambiamento nei rapporti morfo-funzionali tra il cranio e la faccia. Di fronte alle pressioni meccaniche sollecitate sul cranio da un cervello sempre più grande nel tempo, vi sarebbe stata una minor disposizione di calcio nelle ossa facciali. Secondo tale prospettiva una piccola faccia - e di conseguenza una piccola bocca - non potevano più "ospitare" una laringe alta nella nasofaringe. La laringe, quindi, durante lo sviluppo postnatale del neurocranio discende nella gola all'altezza della quarta vertebra cervicale "spinta" da una lingua che non trova spazio in una cavità orale ormai piccolissima. Ciò, se da una parte può risultare svantaggioso in quanto causa di soffocamento, dall'altra permette di produrre una maggior quantità di suoni. In questo senso la forza trainante dell'evoluzione cerebrale sarebbe stata la selezione naturale a favore di coloro i quali erano in grado di archiviare un maggior numero di informazioni sul territorio e la nascita del linguaggio sarebbe stata una sorta di effetto secondario dovuto a pressioni meccaniche. A lungo andare, comunque, il linguaggio avrebbe consentito una

migliore mappatura del terreno: in proposito, Camperio vede proprio nella capacità di agevolare la conoscenza la sua principale funzione iniziale e non tanto nella comunicazione, dove segnali non verbali sono spesso sufficienti a far capire le proprie intenzioni ai conspecifici.

Prove a favore della correlazione inversa tra neurocranio e splancnocranio provengono dalle patologie: è noto, infatti, che in casi di macrocefalia vi sia anche palatoschisi, mentre i crani di persone affette da microcefalie presentano ossa facciali molto robuste e l'angolo della sincondrosi basso e largo in maniera analoga, per certi versi, alle forme di *Homo erectus*.

L'importanza della mappatura del terreno è evidenziata anche dagli studi effettuati su primati viventi attraverso il metodo comparativo: Clutton-Brock e Harvey (1980) hanno, ad esempio, effettuato delle ricerche sull'estensione dell'*home range* in primati con una dieta a base di foglie o di frutta e insetti. Gli autori hanno notato che il territorio occupato dai fogliatori è minore di quello abitato da chi si nutre per lo più di frutta: confrontando, inoltre, le dimensioni del cervello in rapporto al peso corporeo è emerso che i mangiatori di frutta hanno un cervello più grande di quello dei fogliatori. Ciò può essere dovuto alla necessità per i frugivori di avere un apparato digestivo molto sviluppato, ma non è da escludere il fatto che in natura le foglie si trovano in maggior abbondanza rispetto ai frutti e che si renda quindi necessaria una buona capacità di memorizzare le caratteristiche del territorio per chi si nutre di frutta.

### Un cervello per parlare?

Alcuni studiosi affermano che, sebbene lo sviluppo del linguaggio non possa essere stata la causa scatenante, esso possa aver contribuito in maniera importante a incrementare lo sviluppo encefalico. La parola umana è un prodotto della mente e non solo di un insieme di caratteristiche che permette l'emissione di diversi suoni. Il cervello umano presenta, infatti, determinate aree responsabili di questa forma di comunicazione che nelle antropomorfe sono meno accentuate. Di seguito vengono riportate le modifiche principali osservate nel corso dell'evoluzione che hanno permesso lo sviluppo del linguaggio come oggi lo conosciamo

(Tobias, 1992):

- a. **Componenti centrali.** Espansione di specifiche aree cerebrali:
  - Area di Broca;
  - Area di Wernicke;
  - Area motoria supplementare;
- b. **Componenti periferiche.** Modificazioni delle vie respiratorie superiori che compongono l'apparato vocale:
  - Perdita del rapporto stretto fra epiglottide e palato molle;
  - *L'aditus* laringeo si orienta all'indietro;
  - Continuità fra cavità nasali;
  - Laringe interrotta dal canale alimentare;
  - La via respiratoria orale si aggiunge a quella nasale;
  - Comparsa ed espansione della rinofaringe;
  - Discesa della laringe.

Sull'origine del linguaggio sono state proposte due ipotesi in particolare: gestuale e vocale (Kandel et al. 1994). Le teorie gestuali ipotizzano che il linguaggio si sia evoluto da un sistema di gesti che cominciò quando alcuni gruppi di scimmie assunsero la postura eretta rendendo le mani disponibili per forme di comunicazioni sociali. Il passaggio alla comunicazione di tipo vocale potrebbe essere insorto in seguito, proprio per rendere libere le mani per altre funzioni. Le teorie vocali propongono invece che il linguaggio si sia sviluppato da un esteso sistema di grida istintive deputate a esprimere stati emozionali. In seguito, una mutazione nella struttura della bocca, della mandibola e delle corde vocali avrebbe reso possibile il controllo dell'emissione dei suoni in modo conscio e riproducibile. Di conseguenza si sarebbe cominciato ad usare i suoni in maniera originale in diverse combinazioni e il successivo isolamento geografico avrebbe favorito lo sviluppo di linguaggi diversi. La possibilità che il linguaggio abbia avuto origine una sola volta nella storia potrebbe spiegare perché tutti i linguaggi umani abbiano tante caratteristiche comuni. Un'ipotesi integrativa avanzata ancora da Kandel e collaboratori (1994) afferma inoltre che esso potrebbe aver avuto origine dall'evoluzione contemporanea di un sistema di gesti e vocalizzazioni: questa potrebbe chiarire la correlazione, altrimenti inspiegabile, della comune localizzazione nell'emisfero sinistro del

linguaggio verbale e della dominanza manuale (la maggior parte delle persone è destrimane, ragion per cui la mano dominante viene controllata dallo stesso emisfero che è alla base del linguaggio). Dai resti fossili emerge che già l'australopiteco possedeva l'area motoria per il linguaggio (area di Broca) anche se ciò non ci permette di stabilire se disponesse di un sistema di suoni articolati per comunicare. In realtà anche altre scimmie possiedono quest'area e ciò rende il tentativo di ricostruire la genesi del linguaggio basandosi sui resti cranici ancora più difficile.

Kandel e collaboratori (1994) elencano diversi dati che depongono a favore della natura innata di questa forma di comunicazione: innanzitutto la comprensione e produzione verbale sono localizzate a livello corticale principalmente nell'emisfero sinistro e le differenze anatomiche tra i due emisferi forniscono una prova importante di questa predisposizione umana. Il *planum* temporale di sinistra ha una superficie maggiore negli individui destrimani e tale differenza è presente già a partire dalle prime settimane di gestazione. Nell'apprendimento del linguaggio vi sono inoltre stadi regolari e universalmente diffusi (Tartabini & Giusti, 2006): i bambini passano dal balbettio alle parole singole, al discorso fatto di due parole unite sintatticamente e infine a quello complesso. Malgrado vi sia una notevole variabilità, l'età media di ciascuno di questi stadi è molto simile in ogni cultura umana.

In questo senso, il bagaglio linguistico sarebbe innato e costituirebbe una prerogativa dell'essere umano. Al riguardo, per meglio comprendere quale sia una effettiva peculiarità umana o meno è importante dare una definizione di "linguaggio". Thorpe (1961), in particolare, elenca cinque punti fondamentali che un organismo (sia esso umano o animale) deve possedere perché si possa parlare di ciò:

1. l'animale deve dimostrare di possedere un esteso sistema di nomi per gli oggetti;
2. deve produrre segni riguardanti oggetti che non siano fisicamente presenti;
3. usare segni per indicare concetti, non solo oggetti, azioni e agenti;
4. inventare combinazioni semanticamente appropriate;
5. usare una successione corretta quando sia semanticamente necessario.

Sono state condotte numerose ricerche in proposito su primati non umani: i coniugi Kellogg (1933), ad esempio, cercarono di educare un giovane scimpanzè, chiamato Gua, alla stregua di un bambino per scoprire le innate capacità intellettive nell'uso di strumenti e nell'apprendimento del nostro linguaggio. Tale metodica fu basata sul fatto che qualsiasi primate rinchiuso in gabbia senza eccessive stimolazioni sin dalla nascita (uomo incluso) non potrebbe dar luogo a un comportamento complesso come lo si riscontra in contesti naturali. Malgrado i progressi nei compiti domestici - Gua era infatti in grado di lavarsi i denti e mangiare con forchetta e coltello - non fu in grado di sviluppare una forma di linguaggio simbolico. Tale esperimento fu replicato con altrettanta sfortuna con un altro scimpanzè, il quale fu in grado di pronunciare solo quattro parole dopo sei anni di educazione vocale: queste (Mum, Dad, Cup, On) erano pronunciate con un filo di voce e con tonalità bassa tipica di uno scimpanzè. La cosa può non sorprendere molto, dal momento che in questi animali la posizione della laringe è tale da non permettere di emettere un'ampia gamma di suoni e di stabilire, quindi, se essi possedano o meno strutture corticali adeguate.

Alla luce di questa osservazione, Alan e Beatrix Gardner (1969) ipotizzarono che la mancanza di linguaggio evidenziata dalle antropomorfe in queste ricerche poteva essere dovuta a un errato metodo di insegnamento. Invece di insistere con l'educazione vocale, provarono a utilizzare un linguaggio gestuale, insegnando a uno scimpanzè femmina di nome Washoe il linguaggio dei segni americano (LSA): i risultati furono migliori delle precedenti ricerche, in quanto Washoe imparò sempre più vocaboli con il passare del tempo, e si dimostrò anche in grado di fare alcune inferenze (ad esempio, definì un cocomero come "frutto d'acqua"). Un'osservazione che spesso è stata mossa a questa ricerca riguarda la brevità delle frasi di Washoe: esse risultano infatti troppo semplici rispetto alla capacità umana di articolare periodi complessi. Al riguardo è doveroso ricordare che il linguaggio LSA ha regole proprie per la costruzione delle frasi e, a differenza dell'inglese, non ha la copula, cioè le forme del verbo "essere" che legano il soggetto al predicato. Di conseguenza, la frase "Tu sei felice"

viene tradotta più brevemente "Tu felice". I nomi possono avere una duplice funzione come verbi, così invece di dire "Dammi una banana" si può indicare con i segni "Banana me".

Adriaan Kortlandt (1968) mise in rilievo l'importanza del linguaggio gestuale nei primati non umani osservati nel loro ambiente naturale: secondo l'autore questi animali comunicano in natura con gesti e ciò costituisce una componente fondamentale della loro vita sociale. Inoltre notò che alcuni di questi gesti differivano da una comunità all'altra: ad esempio in alcune zone della foresta gli scimpanzè alzavano la mano con il palmo aperto in fuori per segnalare a un estraneo di non avanzare nel suo cammino; in un'altra facevano un movimento della mano dal basso verso l'alto come se raccogliessero qualcosa; in una terza area trovò individui che comunicavano alzando il braccio sopra la spalla. Cambiamenti del sistema gestuale legati alla cultura sono stati rilevati anche da William McGrew e Carolyn Tutin (1978), i quali osservarono che gruppi appartenenti a due diverse comunità della Tanzania, che si trovavano a soli 80 km di distanza gli uni dagli altri, usavano gesti leggermente diversi quando richiedevano il *grooming* da parte di un loro conspecifico.

Questi dati non devono comunque rendere troppo ottimisti sulle abilità linguistiche dei primati non umani: non vi sono forti evidenze, infatti, che gli scimpanzè siano in grado di capire la sintassi e di acquisire le regole che organizzano le singole parole in frasi compiute. Ad esempio Washoe era in grado di usare termini come "banana", "me", "Washoe" ma la maggior parte degli esperti del linguaggio ritiene che non fosse in grado di distinguere tra "Me dà banana Washoe" e "Washoe dà banana me". Molti linguisti sottolineano inoltre il carattere meccanico e imitativo del linguaggio acquisito dagli scimpanzè.

Uno dei fattori che potrebbe aver favorito lo sviluppo di questa peculiarità umana può essere stato il cambiamento ambientale avvenuto nel territorio delle australopitecine: la progressiva diminuzione di alberi e la conseguente necessità di adattarsi alla vita terrestre avrebbe indotto questi animali a vivere in gruppo per contrastare eventuali predatori. In queste circostanze la selezione avrebbe favorito gli individui in grado di cogliere i *feedback* sociali e comunicare le proprie intenzioni

all'interno di una fitta rete di relazioni. È difficile, comunque, pensare che questo fatto in sé sia stato il fattore determinante dell'evoluzione cerebrale e anche in questo caso gli studi etologici condotti in natura possono fornire indicazioni importanti sulla validità di un'ipotesi evoluzionistica: Clutton-Brock e Harvey (1980) hanno osservato che specie terrestri e diurne di primati hanno la tendenza a vivere in gruppi di dimensioni maggiori di quelle notturne e arboricole. Si ipotizza che ciò sia dovuto al minor riparo di cui dispongono gli animali terrestri, ma in essi non si osservano capacità comunicative più avanzate di quelle mostrate dalle specie arboricole. Il linguaggio, in sostanza, ha sicuramente contribuito allo sviluppo delle capacità cerebrali umane: il fatto che si osservino solamente rudimentali abilità linguistiche nel nostro parente più prossimo (lo scimpanzé) depone a favore del fatto che una tale abilità cognitiva si deve essere sviluppata nell'evoluzione tra australopithecine e genere *Homo*. Tuttavia non sembra facile individuare in essa la causa primordiale dell'evoluzione cerebrale degli ominidi.

### Un cervello per la dieta?

Robert Martin, esperto di primatologia evolutiva, ha elaborato una teoria che enfatizza il ruolo dell'alimentazione dei primati (1981), avanzando dei dubbi sul fatto che la costruzione di utensili sia stata una delle componenti principali nello sviluppo encefalico: se è vero, infatti, che i primi ritrovamenti di utensili appaiono in corrispondenza dei primi rappresentanti del genere *Homo*, è anche vero che il volume cerebrale medio era già maggiore di quello delle attuali antropomorfe. Da ciò si potrebbe dedurre che l'espansione del cervello precedette la data di apparizione di qualunque utensile litico rinvenuto.

Anche la complessità delle interazioni sociali, secondo Martin, non è stata determinante e tale conclusione deriva anche dalla difficoltà di definire un'interazione sociale complessa: è noto infatti che le scimmie urlatrici vivono in gruppi sociali ben definiti di 6-16 individui circa, mentre le scimmie ragno, dal cervello più grande, si possono osservare mentre cercano il cibo in gruppi di tre individui, i quali rappresentano subunità di gruppi composti di 20 individui. È evidente in questo senso la difficoltà di stabilire

quale di queste due specie mostri un'interazione sociale più complessa dell'altra.

Martin ritiene che la componente fondamentale nello sviluppo cerebrale negli ominidi sia stata un'alimentazione ad alto contenuto energetico: è noto infatti come il tessuto cerebrale sia molto costoso da questo punto di vista e il suo normale funzionamento necessita di un notevole e costante apporto di energia. La dimensione cerebrale dipende in modo essenziale dal nutrimento fornito dalla madre durante lo sviluppo fetale e l'allattamento, dal momento che nella fase dello svezzamento il cervello ha quasi concluso il processo di crescita. L'ipotesi del contributo energetico offre una spiegazione innovativa al fatto che il cervello di primati che si nutrono di foglie abbia dimensioni ridotte rispetto a quello dei frugivori: i frugivori hanno tassi metabolici basali inferiori e ciò può essere dovuto al fatto che costa di più digerire le foglie, le quali hanno inoltre un contenuto energetico minore. Disponendo di meno energia i frugivori mostrano anche un'attività di locomozione ridotta e difendono territori più ristretti.

Martin afferma inoltre che questo aumento delle dimensioni cerebrali avrebbe richiesto un apporto energetico sempre più cospicuo e di conseguenza progressi nella locomozione e nel comportamento alimentare.

Prove a favore di questa ipotesi provengono dai dati sul peso encefalico relativo nei primati non umani: il cebo cappuccino è il primate che presenta le maggiori dimensioni in termini relativi. Tuttavia essi non vivono in gruppi sociali grandi e non consumano frutti in quantità superiore rispetto ad altre scimmie. Nonostante ciò, mostrano un comportamento di procacciamento del cibo molto complesso, che si caratterizza per una dieta assai energetica. Inoltre sono gli unici primati, oltre l'uomo, a essere dotati di un apparato digerente in grado di trattare con rapidità alimenti ad alto contenuto energetico.

Anche il caso della proscimmia Ayè-Ayè sembra dimostrare che il maggior volume cerebrale sia favorito soprattutto da un'alimentazione ad alto contenuto energetico: questi primati hanno il più elevato peso encefalico relativo riscontrato tra le proscimmie pur non avendo tendenze gregarie. Il fatto che si nutrano di frutti non può essere una spiegazione sufficiente, vista la presenza

di altre proscimmie con la medesima abitudine alimentare, ma con valori relativi inferiori. Una spiegazione plausibile può provenire invece dall'osservazione della loro dieta varia e molto energetica.

Questa ipotesi può contribuire a spiegare un'altra questione alquanto enigmatica: è noto da tempo che i neandertaliani avessero una dimensione cerebrale media maggiore rispetto all'uomo moderno e vi sono prove del fatto che il cervello dei membri appartenenti alla nostra specie fosse in passato più grande: pertanto vi è stata una riduzione progressiva proprio durante il periodo in cui sono stati realizzati i progressi più notevoli della cultura umana. Rifacendosi all'ipotesi di Martin è ipotizzabile un cambiamento nell'investimento energetico materno nel corso dell'evoluzione.

L'importanza del tipo di alimentazione è stata accentuata anche da Aiello e Wheeler (1995), i quali affermano che le forti richieste energetiche del sistema nervoso centrale (SNC) avrebbero determinato una minor disposizione di risorse nel resto del corpo, dando vita a un costante processo di gracilizzazione del genere *Homo*.

### Un cervello per costruire utensili?

Con l'acquisizione della stazione eretta, dovuta forse alla necessità di adattarsi a un ambiente povero di alberi, le mani hanno iniziato ad acquisire una funzione diversa da quella locomotoria o di presa. Innanzitutto hanno permesso il trasporto di un qualsiasi oggetto (ad esempio un ramo usato come bastone) per lunghi percorsi. Inoltre il sempre continuo uso di elementi estranei al proprio corpo per il raggiungimento di uno specifico scopo è probabile sia stato determinante per lo sviluppo dell'ampia rappresentazione corticale della mano a livello sensoriale e motorio, permettendo la presa di precisione al punto che gli antropologi contemporanei parlano della mano come di un "prolungamento del cervello". In effetti, la rappresentazione che le mani hanno nelle mappe motorie e sensoriali della nostra corteccia cerebrale è ben più dettagliata di quella di tutto il nostro busto (Kandel et al., 1994), nonostante occupino uno spazio corporeo decisamente inferiore. La selezione avrebbe favorito quegli individui in grado di economizzare le proprie risorse ingegnando strumenti dagli elementi

offerti dall'ambiente, contribuendo in maniera importante nello sviluppo delle capacità cognitive dell'uomo. La capacità di trasportare un utensile per distanze sempre maggiori, inoltre, avrebbe incrementato le abilità immaginative e di concentrazione con un conseguente aumento di dimensione del lobo frontale (la porzione anteriore del nostro cervello importante in compiti che richiedono attenzione e pianificazione di un movimento).

Alcock (1972) accentua l'importanza dei cambiamenti ambientali nell'uso di arnesi: secondo questa prospettiva l'intensificazione nell'uso di utensili avviene quando una specie invade una nicchia ecologica non caratteristica del suo gruppo filogenetico. Il progressivo diffondersi della savana avrebbe quindi costretto gli ominidi a fabbricarsi artigli artificiali e altri oggetti necessari per la sopravvivenza. Il concetto di utensile come "compensazione della mancanza di adattamento morfologico" è stato però messo in dubbio a più riprese poiché, in sostanza, si tratta di un ragionamento applicabile a qualsiasi comportamento: il canto degli uccelli, ad esempio, potrebbe essere visto in questo senso come una compensazione della mancanza di un piumaggio sgargiante!

Altri studiosi prospettano l'ipotesi che l'uso di arnesi si sia instaurato per rimpiazzare strutture anatomiche specializzate, ma metabolicamente dispendiose e facilmente danneggiabili. Già Charles Darwin sosteneva che gli incisivi e i canini dell'uomo si fossero ridotti perchè la funzione da essi svolta era stata sostituita dall'uso di utensili. La differenza sostanziale tra Darwin e Alcock sembra essere la seguente: Darwin riteneva che gli ominidi avessero perso i grandi canini perchè si servivano di arnesi; Alcock, al contrario, ipotizza che abbiano fatto ricorso a utensili perchè avevano canini piccoli ed inutili a fini predatori. Il dato certo di questo problema resta il grado di correlazione inversa tra dimensioni della dentatura e sviluppo dell'abilità tecnico-manuale.

Oggi vi è comune accordo sul fatto che la capacità di manipolare oggetti, per costruire qualcosa di nuovo per forma e funzioni, costituisca una peculiarità del genere umano. Nel mondo animale sembra che il ricorso a uno strumento dell'ambiente avvenga solo con il cambiamento della funzione di questo, senza però che esso venga creato: in pratica, se in una determinata circostanza

una scimmia trova qualcosa che potrebbe essere utile, è probabile che lo utilizzi, ma se questo manca nell'ambiente raramente tenderà a creare uno strumento *ad hoc*.

Per verificare queste affermazioni sono state condotte numerose osservazioni naturalistiche su gruppi di scimpanzé: Teleki ha studiato, ad esempio, l'uso di sassi e bastoni degli scimpanzé del Gombe che sono soliti scagliare tali oggetti contro gli intrusi allo scopo di allontanarli (1974). Un altro caso di utilizzo di utensili già "fabbricati" dalla natura proviene dagli studi effettuati nella foresta di Tai (Costa d'Avorio) da Christophe Boesch (1993) il quale ha osservato come gli scimpanzé del posto aprano i gusci delle noci con pietre usate come martelli: essi cercano nella foresta un luogo adatto per una pietra che funga da martello; una volta individuata la portano con un braccio piegato, camminando sugli altri tre arti, piazzano la noce in mezzo a delle radici perchè stia ferma e la colpiscono.

I celebri studi di Jane Goodall (1991) hanno, al contrario, posto dei dubbi sull'incapacità di questi primati di costruirsi arnesi: per catturare le termiti, infatti, gli scimpanzé della Tanzania si procurano un ramoscello che ripuliscono dalle foglie e dai rametti laterali (alterando così la conformazione iniziale dell'oggetto). In seguito inseriscono il bastoncino all'entrata di un termitaio e leccano le termiti che si sono arrampicate. Ancora più sorprendente è la capacità di questi animali di fabbricare "spugne" per risucchiare l'acqua dalla cavità inaccessibile di un albero: inizialmente strappano una manciata di foglie da un ramoscello, le mettono in bocca masticandole e rimettono tutto nella cavità lasciando che si impregni di acqua; infine infilano le foglie in bocca e ne succhiano il contenuto.

Anche i celebri studi di Wolfgang Kohler (1917) sull'apprendimento intuitivo o "insight" mettono in evidenza la complessità del problema di stabilire quale sia veramente la peculiarità umana sull'utilizzo di un utensile. Nelle sue ricerche, ad alcuni scimpanzé veniva mostrato del cibo sistemato in un luogo non direttamente accessibile e venivano contemporaneamente forniti bastoni che potevano essere inseriti gli uni dentro gli altri. Ognuno di essi però non era sufficiente singolarmente per recuperare il cibo: gli scimpanzé più intelligenti non agivano in maniera disordinata, ma

cominciavano col prendere conoscenza con il materiale offerto attraverso manipolazioni. Dopo un certo periodo gli scimpanzé si mettevano improvvisamente in azione, giungendo in breve tempo alla soluzione, fabbricando cioè bastoni lunghi. Tuttavia se si fornivano degli oggetti che avrebbero permesso di costruire un bastone da un materiale inizialmente "sformato" i soggetti non erano in grado di creare un utensile funzionale ai propri scopi: ciò è stato chiamato in letteratura "limite di Sultano" (Sultano era il nome di una delle scimmie più intelligenti della comunità studiata da Kohler), la presunta incapacità cioè di un primate non umano di utilizzare un utensile per fabbricarne un altro. Non è stato ancora avvistato alcun animale vivente che usi un utensile per tagliare e affettare, una modalità cioè che serve per intensificare l'azione di una forza concentrandola su una piccola superficie affilata, né sono stati osservati animali adoperare arnesi ossei (Beck, 1986).

In generale si può quindi affermare che talvolta anche altri primati costruiscono arnesi, ma l'abilità dell'uomo in questo campo differisce principalmente per quantità e qualità della lavorazione, suggerendo come questa capacità si sia evoluta prevalentemente nel genere *Homo*, divenendo forse una delle cause principali di accrescimento cerebrale.

Sarebbe comunque errato ritenere le abilità cognitive dei primati non umani insufficienti a individuare nessi di causa-effetto: Sperber e collaboratori (1995), ad esempio, hanno condotto degli esperimenti in cui mostravano a uno scimpanzé di nome Sarah coppie di oggetti in cui il secondo era una forma modificata del primo (una mela e una mela a fette). Veniva quindi chiesto a Sarah di scegliere, fra diversi oggetti, quello che avrebbe potuto spiegare la trasformazione (nel caso precedente un coltello) e di inserirlo tra gli oggetti che costituivano la coppia: i risultati dimostrano come il soggetto fosse in grado di individuare facilmente qual era l'utensile che aveva determinato il cambiamento nella conformazione globale della mela.

Molte critiche sono state mosse, tuttavia, all'ipotesi che enfatizza l'importanza della costruzione di utensili nel processo di accrescimento cerebrale, in quanto questa evoluzione era in atto già in periodi precedenti a quelli in cui sono stati datati i primi arnesi; è possibile che le australopithecine si servissero a loro

volta di strumenti in modo continuo: ad esempio è ipotizzabile che si siano serviti di rami e bastoni, così come le attuali antropomorfe, e che oggi non ne sia rimasta alcuna traccia. In questo senso l'evoluzione cerebrale non precederebbe la comparsa di utensili, ma diverrebbe un processo parallelo e forse indispensabile per il fenomeno di accrescimento della massa cerebrale.

Alcock, inoltre, richiama l'attenzione sul problema di considerare l'uso di oggetti come indice di spiccata intelligenza (2001): i formicaleone e le larve di ditteri del genere *Vermilio* hanno evoluto in maniera convergente un sistema di costruzione di trappole e utilizzo di utensili. Questi animali scavano delle buche in zone sabbiose frequentate da formiche. Quando una di esse si imbatte in una di queste trappole comincia a vacillare sull'orlo e a scivolare verso il fondo dove il predatore in attesa accelera la caduta della vittima gettandole addosso granelli di sabbia. Si tratta, evidentemente, di un comportamento così organizzato che pochi studiosi non lo riterrebbero frutto di un'elevata intelligenza se fosse stato osservato in animali dalle caratteristiche più simili alle nostre. Ancora più sorprendente è il caso del fringuello picchio, il quale inserisce una spina all'interno di un buco nel legno per estrarre un insetto: ciò ricorda in maniera impressionante il comportamento di "pesca" delle termiti da parte degli scimpanzé. Tuttavia risulta difficile immaginare che questo uccello abbia sviluppato attività cognitive simili a quelle dei nostri parenti più prossimi. In questo senso, instaurare una relazione biunivoca tra uso di utensili e intelligenza potrebbe essere talvolta fuorviante.

## CONCLUSIONI

Lo studio relativo alla filogenesi della mente umana è oggetto di indagine di discipline diverse ma complementari, ognuna delle quali fornisce – con le peculiarità del proprio metodo di ricerca – informazioni che integrano, completano e talvolta smentiscono un precedente mosaico accademico. Studiare la conformazione cranica dei reperti fossili costituisce un punto di partenza indispensabile per tracciare il percorso nei millenni che hanno segnato lo sviluppo della nostra specie. Ciononostante, quand'anche si potesse conoscere l'esatta forma del cervello ottenuta da un calco endocranico, non si potrebbe che avanzare generiche ipotesi

sulle capacità cognitive di cui il dato ominide disponeva. In questo senso il contributo della psicologia diviene altrettanto importante. La psicologia sperimentale moderna è in grado di mappare e localizzare diverse funzioni cognitive all'interno del nostro cervello: attraverso le tecniche di visualizzazione dell'attività cerebrale (come la PET e la fMRI) è possibile conoscere l'esatta localizzazione di alcune funzioni mentali e avanzare ipotesi concrete, in presenza di una ricostruzione di un cervello di un nostro antenato, sulle capacità cognitive di cui disponeva. Lo studio della mente animale, poi, e in particolare di quella delle scimmie antropomorfe, può aiutarci a delineare il *background* di partenza del cosiddetto "anello di congiunzione", in quanto una medesima abilità posseduta da uomo e scimmie potrebbe essersi sviluppata a partire da un antenato comune. Resta altrettanto vera l'ipotesi contraria: il fatto che uomo e scimpanzé condividano alcune abilità cognitive, seppur a un diverso livello qualitativo, può essere il risultato di pressioni selettive in parte simili che hanno portato a una evoluzione convergente per quanto concerne certe specifiche capacità della mente.

La paleontologia, inoltre, attraverso lo studio degli utensili rinvenuti permette di confrontare il patrimonio di oggettistica di una cultura con un'altra, fornendo evidenze sulla complessità di questi manufatti e le relative capacità mentali sottese. Attraverso l'archeologia sperimentale, infine, è possibile anche simulare i processi di costruzione di arnesi e verificare se le ipotesi avanzate relativamente allo stile di vita dei nostri antenati sono attendibili o meno sul piano strettamente pratico.

Lo studio dell'evoluzione cerebrale nella nostra specie non può prescindere da nessuna delle discipline qui menzionate: l'assenza di una sola di queste renderebbe inevitabilmente incompleta la nostra ricostruzione. L'approccio interdisciplinare si rende necessario al fine di non rendere i risultati di ogni settore confinati all'interno del proprio ambito accademico, incapace di ascoltare e comunicare le proprie scoperte nella torre di Babele del sapere scientifico.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano cordialmente la dottoressa Giovanna Serena per aver letto e commentato il manoscritto e i tre *referee* della rivista Antrocom per i loro utili suggerimenti.

## BIBLIOGRAFIA

- Aiello L.C. & Wheeler P. 1995. The expensive-tissue hypothesis: the brain and the digestive system in human and primate evolution. *Current Anthropology*, 36, 212-3.
- Alcock J. 1972. The Evolution of the Use of Tools by Feeding Animals. *Evolution*, 26, 464-73.
- Alcock J. 2001. *Etologia: un approccio evolutivo*, trad. it. Zanichelli Editore, Bologna.
- Beck B.B. 1986. *L'abilità tecnica degli animali. Uso e costruzione di arnesi*, trad. it. Bollati Boringhieri Editore, Torino.
- Binford L. 1981. *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. Academic Press, New York.
- Blumenshine R.J. & Cavallo, J. 1992. Scavenging and Human Evolution. *Scientific American*, 267, 70-6.
- Boesch C. 1993. Aspects of transmission of tool use in wild chimpanzees. In: *Tools, Language and Cognition in Human Evolution*, (Eds. K. Gibson and T. Ingold). Cambridge University Press, Cambridge
- Bunn H.T. 1982. *Meat-Eating and Human Evolution: Studies on the Diet and Subsistence Patterns of Plio-Pleistocene Hominids in East Africa*. Ph.D. dissertation, University of California, Berkeley.
- Cabanac M. & Brinnell H. 1988. Beards, Baldness, and Sweat Secretion. *European Journal of Applied Physiology*, 58, 39-46.
- Camperio Ciani A. 1989. Cranial morphology and development: new light on the evolution of language. *Human Evolution*, 4:1, 9-32.
- Clutton-Brock T.H. & Harvey P.H. 1980. Primates, brains and ecology. *Journal of the Zoological Society of London*, 190, 309-23.
- Dart R.A. & Craig D. 1959. *Adventures with the Missing Link*. Harper & Brothers, New York.
- Dart R.A. 1953. The Predatory Transition from Ape to Man. *International Anthropological and Linguistic Review*, 1, 201-19.
- Falk D. 1990. Brain evolution in *Homo*: The "radiator" theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 333-81.
- Fialkowski K.R. 1986. A Mechanism for the Origin of the Human Brain: A Hypothesis. *Current Anthropology*, 27:3, 288-90.
- Gardner R.A. & Gardner B. 1969. Teaching sign language to a chimpanzee. *Science*, 165, 664-72.
- Goodall J. (1991). *Through a window: my thirty years with the chimpanzees of gombe*. Houghton Mifflin, New York.
- Holloway R.L. 1979. Brain size, allometry, and reorganization: Toward a synthesis. In Hahn, M., Jensen, C. & Dudek, B. (eds.), *Development and Evolution of Brain Size*. Academic Press, New York.
- Kandel E.R. Schwartz J.H. & Jessel, T.M. 1994. *Principi di Neuroscienze*, trad. it. Ambrosiana, Milano.
- Kellogg W.N. & Kellogg, L.A. 1933. *The Ape and the Child*. McGraw-Hill Book, New York and London Co.
- Kohler W. 1917. *The mentality of apes*. Routledge & Kegan Paul, London.
- Kortlandt A. 1968. The Use of the Hands in Chimpanzees in the Wild. In: Rensh B. (ed.), *The Use of the Hands and Communication in Monkeys, Apes and Early Hominids*. Verlag Hans Huber, Bern.

- Martin R.D. 1981. Relative brain size and metabolic rate in terrestrial vertebrates. *Nature*, 393, 57-60.
- Mazzucco N. 2005. La corsa nell'evoluzione umana. *Antrocom*, 1(1) , 39-48.
- McGrew W.C. & Tutin C.E.G. 1978. Evidence for a social custom in wild chimpanzees? *Man*, 13, 234-51.
- Sperber D., Premack D. & Premack A.J. 1995. *Causal cognition: A multidisciplinary debate*. Oxford University Press, New York.
- Tartabini A. & Giusti F. 2006. *Origine ed Evoluzione del linguaggio. Scimpanzè, ominidi e uomini moderni*. Liguori Editore, Napoli.
- Teleki G. 1974. Chimpanzee subsistence technology: materials and skills. *Journal of Human Evolution*, 3, 575-94.
- Thorpe W.H. 1961. *Bird Song: the Biology of Vocal Communication and Expression in Birds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tobias P.V. 1983. Recent advances in the evolution of the Hominids with especial reference to brain and speech. in Chagas, C. (ed.), *Recent advances in the evolution of Primates*. Pontificia Academia Scientiarum, Città del Vaticano: 85-140.
- Tobias P.V. 1992. *Paleoantropologia*, trad it. Jaca Book, Milano.