

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/274512956>

# L'origine darwiniana del linguaggio

Article · January 2012

CITATIONS

0

READS

649

2 authors:



**Fabio Di Vincenzo**

Sapienza University of Rome

73 PUBLICATIONS 138 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Giorgio Manzi**

Sapienza University of Rome

202 PUBLICATIONS 2,542 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Locomotor adaptation of the primate cranial base [View project](#)



Interdisciplinary [View project](#)

# MicroMega

1/<sup>20</sup><sub>12</sub>

almanacco della scienza

Pievani / White / Wood / Berger / Jacobs / Roberts  
Abulafia / Aime / Arsuaga / Di Vincenzo / Manzi  
Lieberman / McCarthy / Tassi

## homo sapiens

l'avventura della 'scimmia nuda' che tutti noi siamo,  
e che avrebbe potuto non accadere mai





## L'ORIGINE DARWINIANA DEL LINGUAGGIO

*Il linguaggio come sistema di comunicazioni complesso ha avuto origini recenti ed è proprio della nostra specie. Ma le facoltà che ne sono alla base non appartengono in forma esclusiva a Homo sapiens: sono quelle 'proprietà semantico-sintattiche dotate di modalità ricorsive' che condividiamo con i nostri parenti scimmieschi e con i nostri antenati del Paleolitico. È al loro progressivo affinamento – innescato da meccanismi di selezione naturale – che dobbiamo la nostra straordinaria e unica capacità di parola.*

**FABIO DI VINCENZO e GIORGIO MANZI**

Esiste un generale consenso sul fatto che come specie siamo comparsi in Africa, circa 200 mila anni fa: ce lo suggeriscono da tempo i resti fossili e i siti preistorici; ce lo ha confermato la genetica, aggiungendo numeri abbastanza precisi e vari dettagli. Non c'è nemmeno dubbio che abbiamo presto iniziato a diffonderci: prima in Africa, poi in Eurasia e infine su tutto il

pianeta. Certo è che siamo ormai tanti, anzi troppi: sette miliardi di esemplari di una specie di mammifero di grande taglia e di notevole successo, che vive in branco e tende a condizionare profondamente l'ambiente intorno a sé. Ma come è comparsa la specie *Homo sapiens*? O anche (che poi è lo stesso), come ha potuto avere questa specie un impatto tale da soppiantare quasi subito tutte le varietà «arcaiche» del genere *Homo* che ancora esistevano fino a poche migliaia di anni fa: Neandertal inclusi, uomini dal cervello più grande (in media) del nostro? Ci sono parecchie cose che ormai sappiamo o pensiamo di sapere a riguardo (per esempio, vedi Bastir e colleghi, 2011), come pure molte sono le ipotesi di lavoro ancora da verificare e il dibattito fra gli specialisti è tutt'altro che sopito. Uno degli elementi che difficilmente possono mancare a un'attenta analisi delle origini e del successo della nostra specie è il linguaggio: il linguaggio come suoni articolati, il linguaggio come sistema di comunicazione, il linguaggio come insieme organizzato di simboli e di significati.

In queste pagine cercheremo di mostrare in breve come la facoltà linguistica possa essersi originata ed evoluta a partire da forme pre-linguistiche di apprendimento sociale, in particolar modo imitativo, attraverso «normali» processi darwiniani, imperniati cioè sul meccanismo della selezione naturale: ...*by means of natural selection* recitava appunto la seconda parte del titolo dell'*Origine delle specie*, il libro di Charles Darwin del 1859. Intendiamo cioè mettere in una qualche luce le possibili modalità evolutive attraverso cui si è potuto attuare il passaggio dalla facoltà emulativa/imitativa <sup>1</sup> (comune a noi e ai nostri parenti scimmieschi) a quella linguistica (tipica della nostra specie), nel corso dell'evoluzione umana o magari proprio nel momento in cui si è avuto quel «salto di qualità» che è rappresentato dalla comparsa e dalla successiva diffusione di *Homo sapiens*.

<sup>1</sup> Non è vero che le scimmie imitano: la maggior parte delle specie non possiede le abilità cognitive necessarie per farlo. La vera imitazione implica una comprensione delle finalità delle azioni osservate. Molte specie di Primati possiedono invece altre forme, meno sofisticate, di apprendimento sociale. Tra queste c'è l'emulazione, che comporta la replicazione del risultato di una certa azione osservata, ma non della procedura usata per il suo conseguimento. Imitazione ed emulazione sono pertanto due modalità di apprendimento distinte (Tomasello, 1990) anche se fortemente interconnesse.

## *Emulazione e imitazione*

Iniziamo da lontano. L'evoluzione dei primati (o *Primates*: gli attuali lemuri, tarsi, scimmie e scimmie antropomorfe) ha implicato una moltitudine di specie perlopiù estinte<sup>2</sup> e qualcosa come 65 milioni di anni o più. In questo percorso ramificato, una tendenza piuttosto condivisa fra i primati è stata quella all'encefalizzazione, intesa come sviluppo, non solo dimensionale, delle strutture encefaliche, a cui si è affiancata una sempre maggiore complessità comportamentale e la formazione di comunità di individui altamente sociali.

Non sappiamo bene quando, ma in un certo momento di questo percorso evolutivo che ha coinvolto cervello, comportamenti e socialità, una serie di funzioni neuronali sono state poste sotto il controllo di un unico circuito corticale. Si parla di funzioni che non sembrano in stretta relazione fra loro, ma che in realtà sappiamo riconducibili a uno stesso sistema senso-motorio da quando conosciamo i cosiddetti *neuroni specchio*<sup>3</sup>. Si tratta infatti di funzioni connesse sia al riconoscimento del significato di azioni compiute da altri, sia all'elaborazione, incorporazione e replicazione di comportamenti finalizzati osservati. Il sistema in questione è formato da aree corticali chiamate «perisilviane»: proprio le stesse dei neuroni specchio, che troviamo distribuite attorno alla scissura laterale o «di Silvio»<sup>4</sup>, che separa le porzioni fronto-parietali da quelle temporali del cervello. Nel corso dell'evoluzione dei primati, queste aree perisilviane si sono progressivamente integrate a realizzare un network funzionale all'ac-

<sup>2</sup> Si consideri che si contano più di 400 specie di primati viventi e che in alcune epoche del passato il numero deve essere stato anche parecchio superiore, visto che gli ambienti ideali per proscimmie e scimmie (cioè quelli forestali) erano molto più estesi di oggi, ben oltre l'attuale fascia tropicale.

<sup>3</sup> I neuroni specchio sono una classe di neuroni che rispondono a stimoli motori e sensoriali: si attivano sia quando si compie una certa azione, sia quando si vede compiere la medesima azione da un altro individuo. I neuroni specchio sono quindi alla base di tutti i fenomeni empatici di comprensione intersoggettiva. Di particolare rilevanza per l'evoluzione del linguaggio articolato sono i neuroni specchio definiti *eco* che a differenza di quelli visuo-motori rispondono anche a stimoli acustici permettendo di associare particolari significati a suoni specifici (Rizzolatti e Sinigaglia, 2006).

<sup>4</sup> Dal nome del medico e naturalista olandese del Seicento Franciscus de le Boë Sylvius.

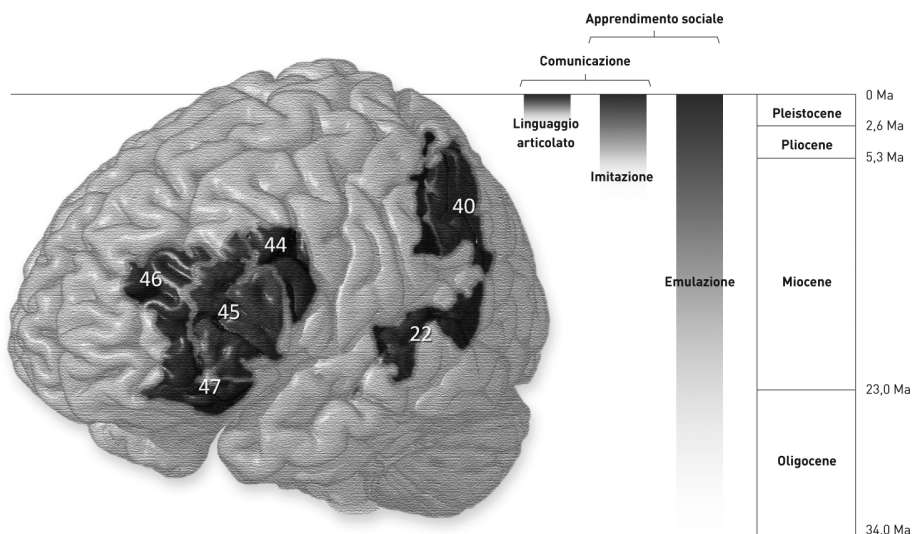


Figura 1. Le aree perisilviane costitutive della MNA omologhe alle aree linguistiche. La numerazione segue quella delle aree di Brodman: le aree da 44 a 47 si riferiscono all'area di Broca e alle aree pre-frontali connesse, 22 è l'area di Wernicke, 40 corrisponde al lobulo parietale inferiore o territorio di Geshwind. A destra, la cronologia relativa per la comparsa delle funzioni neurali associate alla MNA.

Ma = milioni di anni fa.

quisizione di varie tipologie di conoscenza sia procedurale (saper fare o know-how) che proposizionale (sapere).

Un po' di anatomia qui ci vuole (*figura 1*). Il circuito neurale perisilviano controlla, in tutte le scimmie antropomorfe e nell'uomo, i processi percettivi e integrativi che permettono l'apprendimento sociale, sia emulativo che imitativo, e costituisce quella che Marco Iacoboni (2005) ha definito la Minimal Neural Architecture for imitation (MNA), ovvero l'architettura neurale minima per l'espletamento dei comportamenti imitativi. La MNA comprende la regione temporale superiore, quella parietale inferiore e la frontale inferiore, tutte dell'emisfero sinistro. Sono le medesime aree cerebrali che nell'uomo consentono la facoltà linguistica. La più nota di queste (nel lobo frontale sinistro) prende il nome di un importante antropologo francese dell'Ottocento, Paul Broca, ed essenzialmente consente la produzione di frasi e parole, mentre un'altra, posta poco dietro nel lobo temporale, permette invece la compren-

sione dei significati e fu scoperta all'inizio del secolo scorso dal fisiologo tedesco Carl Wernicke. Queste, assieme ad aree associative parietali (intitolate a Norman Geshwind, neurofisiologo americano del secolo scorso), compongono un complesso sistema ramificato di interconnessioni neuronali.

Su ciò si fonda l'omologia, che possiamo quindi definire «strutturale» o anatomica, tra le aree corticali imitative delle scimmie e quelle linguistiche di noi umani. Vediamo meglio cosa questo possa significare per le origini e la natura del linguaggio articolato.

La funzione imitativa in senso lato (che include sia l'emulazione che la vera imitazione) si attua a livello cerebrale nella MNA, secondo modalità semantiche e computazionali (sintattiche) ormai riconosciute e fondate rispettivamente: a) sulle proprietà empatiche dei neuroni specchio denominate di High Level Resonance (G. Rizzolatti e colleghi, 2002), che permettono di associare un significato univoco a ogni singolo atto motorio osservato; b) sulla comprensione dell'esatta sequenza in cui i singoli atti motori si dispongono ordinatamente a formare i comportamenti, in quella che R.W. Byrne e A.E. Russon (1998) hanno definito Program Level Imitation, che determina la comprensione dell'intera sequenza motoria osservata. È la combinazione di tali modalità semantiche (comprensione dei significati) e generative (comprensione della sintassi) che consente la replicazione fedele di comportamenti motori complessi. Pertanto, contrariamente all'opinione comune anche tra i linguisti, tali proprietà non appartengono al linguaggio in forma esclusiva, ma lo precedono evolutivamente. In altre parole, si può affermare che il linguaggio articolato dell'uomo mutua preesistenti modalità di elaborazione delle informazioni sensoriali.

Si può dunque concludere che tra i processi emulativi/imitativi delle antropomorfe (uomo compreso) e quelli linguistici, esclusivi di *Homo sapiens*, esiste una vera e propria continuità filogenetica<sup>5</sup> fondata su una stretta omologia sia strutturale che funzionale.

<sup>5</sup> La facoltà imitativa non solo precede quella linguistica da un punto di vista filogenetico, ma la stessa sequenza si presenta durante le fasi di sviluppo cognitivo del bambino (Iacoboni, 2005).

Il circuito perisilviano, quindi, costituisce un sistema neurale deputato nei primati al riconoscimento e alla replicazione di atti manuali e oro-facciali, anche complessi. Esso non entra in gioco nell'esecuzione dei comportamenti motori, che è invece sotto il controllo di aree motorie specifiche, ma piuttosto permette la conoscenza e la pianificazione di come comportamenti motori appresi possano attuarsi in forme che siano utili e replicabili. Con una serie di esperimenti di risonanza magnetica funzionale, Giovanni Buccino e collaboratori (2004) hanno dimostrato l'attivazione delle aree fronto-parietali incluse nella MNA sia durante l'osservazione (da parte di soggetti non esperti) di comportamenti motori finalizzati, sia durante la fase di pianificazione volta alla replicazione del comportamento motorio appreso. Dunque, possiamo ormai dare per acquisita, anche in base a molte altre evidenze, la natura polifunzionale e motoria dell'area di Broca che, tramite neuroni specchio, è in grado di mediare comportamenti di natura non-linguistica connessi ad azioni finalizzate, rielaborandoli (assieme ad altre aree prefrontali adiacenti), in forme il più possibile coincidenti con il modello osservato.

### *Teorie*

In base a queste e altre considerazioni, negli ultimi anni hanno acquisito sempre maggior credito le cosiddette *teorie gestuali sull'origine del linguaggio* (Rizzolatti e Arbib, 1998; Corballis, 2002). Queste, pur nelle differenze che si riscontrano, sostengono tutte che il linguaggio ha utilizzato nelle prime fasi della sua evoluzione un canale comunicativo non acustico, ma mimico-gestuale: fondato cioè sulle proprietà sensorie motorie delle aree corticali del cervello.

Il cambiamento di prospettiva introdotto da queste teorie non è banale. Infatti, le teorie che vedevano (e vedono) (Cheney e Seyfarth, 2007) una continuità tra il linguaggio umano e i sistemi di comunicazione dei primati, basati su vocalizzazioni e richiami (per esempio i complessi sistemi di allarme dei cercopiteci), sono messe in dubbio dal fatto che tali voca-



lizzazioni sono controllate a livello cerebrale da circuiti e aree completamente differenti da quelle del linguaggio, particolarmente dalle aree sottocorticali che sono legate, anche nell'uomo, all'espressione delle emozioni. Le vocalizzazioni dunque, a differenza del linguaggio, non sono sotto controllo volontario. La quasi impossibilità di spiegare in termini neurofisiologici ed evolutivi il passaggio da un sistema vocale involontario sottocorticale e diffuso a uno volontario corticale e fortemente lateralizzato ha alimentato per molto tempo, anche tra gli specialisti, la convinzione che il linguaggio non potesse essersi evoluto secondo modalità darwiniane ma avesse richiesto una forte discontinuità, cioè che fosse nato *ex abrupto* a seguito di una qualche fortunata mutazione; ciò ha condannato a uno sterile vicolo cieco la discussione intorno all'origine del linguaggio.

Le teorie gestuali risolvono brillantemente questo problema a livello neurofisiologico, individuando una comune base corticale e volontaria ai due sistemi (quello mimico-gestuale e quello vocale). Anch'esse però si trovano a fare i conti con il problema delle cosiddette fasi iniziali potenzialmente svantaggiose (il cosiddetto problema del 5 per cento<sup>6</sup>), cioè devono fornire una valida spiegazione di come un sistema che opera secondo modalità e finalità complesse (è questo il caso del linguaggio) possa essersi evoluto senza venire eliminato dalla selezione naturale nei suoi stadi incipienti.

Noi pensiamo che il linguaggio possa essersi evoluto in base a un meccanismo di *exaptation* (Gould e Vrba, 1982). Riteniamo cioè che sia emerso per una forma di cooptazione di strutture destinate in precedenza ad altro, ovvero al control-

<sup>6</sup> Il 5 per cento si riferisce alla domanda che St George Mivart rivolse a Darwin su quale utilità potesse aver rappresentato per gli antenati degli uccelli possedere solamente un abbozzo di ala. Se infatti l'evoluzione è un processo graduale e continuativo, vi sarà stato lo stadio incipiente di un'ala, il 5 per cento di un'ala, che difficilmente avrebbe potuto assolvere alla funzione del volo. La risposta di Darwin già delineata nella prima edizione dell'*Origine* (1859), ma ribadita e ampliata nelle edizioni successive, va sotto il nome di preadattamento o *exaptation* (Gould e Vrba, 1982). Questo prevede che una struttura biologica, associata a una certa funzione adattativa, possa venir cooptata nel corso della sua evoluzione per svolgere nuove funzioni (impreviste, potremmo dire) che possono evolvere e aumentare di complessità al «traino» dell'originaria funzione principale (Pievani e Serrelli, 2011).

lo dei processi semantici e computazionali che permettono l'apprendimento imitativo. È in questo passaggio che le teorie gestuali (almeno così come vengono attualmente formulate) mostrano le maggiori difficoltà esplicative.

Il linguaggio, indipendentemente dal fatto che usi un canale vocale (linguaggio articolato) o mimico-gestuale, ha bisogno della combinazione di capacità sia semantiche che computazionali (sintattiche). Oggi sappiamo che entrambe queste facoltà sono biologicamente fondate e che la sintassi risponde alle modalità di processamento e ordinamento dell'informazione da parte del cervello (Hagoort, 2005), per cui è possibile concepire (in forme che risultino comprensibili) solo un numero limitato di grammatiche tra tutte quelle idealmente possibili, in accordo con quanto già proposto da Lenneberg (1967) e in forma più ampia da Chomsky (1957) con il concetto di *grammatica universale*<sup>7</sup>. Le attuali teorie gestuali, mentre forniscono una spiegazione valida intorno ai contenuti semantici del linguaggio e di come questi si siano potuti evolvere, sembrano essere meno efficaci nel chiarire la contemporanea origine della sintassi. In pratica non forniscono una spiegazione completa dell'origine del linguaggio in tutti i suoi aspetti essenziali<sup>8</sup>. In particolar modo restano ambigue sul perché il linguaggio, rispetto a ogni altra forma di comunicazione animale, presenti come assoluta particolarità un sistema di ordinamento dei vari elementi, la sintassi, che opera secondo modalità generative ricorsive<sup>9</sup>. Queste permetto-

<sup>7</sup> Il concetto di grammatica universale non si riferisce alle regole grammaticali di nessuna lingua in particolare ma all'innata capacità di saper apprendere e utilizzare le regole grammaticali possibili, cioè quelle che sono in accordo con le modalità di funzionamento del nostro sistema cognitivo.

<sup>8</sup> Per esempio non chiariscono pienamente perché la struttura grammaticale di una qualunque lingua preveda sempre e in maniera vincolante l'esistenza di un *soggetto* e di un *verbo* a formare un predicato, a cui si aggiunge il più delle volte anche un *complemento oggetto* che implichi una qualche modalità dell'azione.

<sup>9</sup> La ricorsività in linguistica è il fenomeno per cui una regola può essere applicata al risultato di una sua stessa precedente applicazione (Simone 2008). In tal modo, si possono creare illimitate subordinate concatenate a una proposizione reggente (p.es., venne il macellaio che uccise il toro che beve l'acqua che spense il fuoco che bruciò il bastone che picchiò il cane che morse il gatto eccetera). Ciò conferisce al linguaggio, pur composto da un numero finito di elementi e regole, il carattere di infinita capacità generativa che lo differenzia da tutti gli altri sistemi di comunicazione animale.

no, mediante un numero limitato di regole grammaticali, l'«infinito uso di significati finiti» secondo la classica definizione di linguaggio data da Wilhelm von Humboldt (1836).

Il problema dell'origine evolutiva della sintassi in un contesto mimico-gestuale<sup>10</sup> può venire superato prestando attenzione alle modalità con cui si è svolta l'evoluzione umana e di come nel corso di tale processo siano cresciute di importanza una serie di funzioni non direttamente «comunicative», ma legate alla trasmissione mediante apprendimento imitativo (non-verbale e non-istruito) di informazioni e conoscenze essenziali alla sopravvivenza dei nostri antenati ominidi e all'accesso a particolari risorse trofiche in un contesto ecologico mutato.

### *Manufatti*

Entrano qui in gioco i manufatti. Fra gli scimpanzé, che tra i primati viventi sono i nostri parenti più stretti dal punto di vista genetico, l'uso di oggetti naturali utilizzati come strumenti e la produzione di veri e propri manufatti vengono tramandati da una generazione all'altra (A. Whiten e C. Boesch, 2001), mediati da processi sia emulativi che imitativi (V. Horner e A. Whiten, 2005). Entrambe queste modalità di apprendimento sociale consentono il trasferimento non-verbale da individuo a individuo (trasferimento orizzontale) e da generazione a generazione (trasferimento verticale) dei know-how necessari per la corretta esecuzione di finalità complesse quali, appunto, l'uso e la preparazione di strumenti necessari per accedere a risorse altrimenti inaccessibili come fonti di cibo, ripari eccetera.

È ormai accertato che, in natura, gli scimpanzé si scambiano spontaneamente informazioni fondamentali per la loro sopravvivenza attraverso l'osservazione dei comportamenti altrui e l'imitazione. È nota anche la presenza di vere e proprie tradizioni locali (A. Whiten e C. Boesch, 2001), come per esempio l'uso di pietre per rompere gusci di noce o la preparazione di bastoncini adattati per raccogliere gli insetti direttamente nel

<sup>10</sup> Problema esplicitamente negato da Arbib (2001), che invece propone un'origine recente e puramente convenzionale (culturale) della sintassi, in una netta presa di posizione contro le teorie innatiste di Chomsky.

termitaio. Sono comportamenti condivisi e tramandati fra i membri di uno stesso gruppo sociale, ma sconosciuti ad altri gruppi che vivono in aree limitrofe. Ciò sta a indicare che questi comportamenti non fanno parte del «patrimonio genetico» della specie ma devono essere acquisiti o, per meglio dire, appresi attraverso il contatto con altri membri del gruppo sociale e in particolar modo con la madre. La trasmissione in forma invariata per centinaia di generazioni delle conoscenze necessarie a eseguire simili complessi comportamenti (Mercader e colleghi, 2007), indica la presenza di processi di replicazione molto precisi e fedeli, riconducibili alla vera imitazione.

Il repertorio di comportamenti mediati da fenomeni di apprendimento emulativo/imitativo e di ragionamento analogico riscontrabili tra le scimmie antropomorfe in genere (orangi, gorilla e scimpanzé) è molto ampio. Riguarda anche l'associazione (dopo apposita istruzione in contesti sperimentali) di significati attribuiti a segni e simboli utilizzati per comporre «frasi» elementari di senso apparentemente compiuto. Su simili esperienze esiste un'ampia letteratura anche di taglio divulgativo facilmente accessibile al lettore (per esempio, Manzi e Rizzo, 2011), per cui non ce ne occuperemo oltre. Sarà però bene ricordare che negli scimpanzé i comportamenti motori transitivi o «comunicativi» in senso ampio, rappresentati da gesti braccio-manuali e oro-facciali, attivano a livello cerebrale le stesse aree del lobo frontale inferiore sinistro corrispondenti all'area di Broca dell'uomo (Tagliatela e colleghi, 2008). L'omologia tra queste aree nei primati non-umani (non solo nelle antropomorfe, ma anche nei macachi) e la nostra area di Broca è stata riconosciuta anche grazie alla presenza in tutte queste specie di neuroni specchio lì localizzati (Petrides e colleghi, 2006), che come abbiamo già detto mediano (e permettono) tutti i processi di comprensione del significato di azioni transitive e quelli imitativi.

### *Uomini e ambienti*

Il vantaggio selettivo associato alla possibilità di acquisire una vasta gamma di know-how per la replicazione di sequen-

ze di azioni finalizzate, o catene di operazioni, è divenuto decisivo dal momento in cui – con la comparsa del genere *Homo*, intorno a 2 milioni di anni fa – si è avuto un passaggio cruciale della nostra evoluzione: l'aumento ponderale dei volumi cerebrali, permesso e sostenuto dall'accesso a risorse alimentari di alta qualità nutrizionale, combinato con l'adozione da parte dei nostri antenati di strategie da tempo note come «sciacallaggio». Stiamo parlando di quella fase dell'evoluzione umana in cui, in rapporto a una lunga fase di deterioramento climatico e di inaridimento ambientale iniziata intorno a 3 milioni di anni fa, i nostri antenati<sup>11</sup> hanno iniziato ad assumere il ruolo di cosiddetti «spazzini della savana», sfruttando una serie di precondizioni (*exaptations*) acquisite in precedenza dai primati, in genere, e da quelli della nostra linea evolutiva, in particolare: la vista stereoscopica (in 3D), le mani con pollice opponibile, rese ancora più abili dall'acquisizione della locomozione bipede, un cervello relativamente grande, l'indole da animali sociali eccetera.

Questo spostamento di nicchia trofica, con l'introduzione non più occasionale di grassi e proteine animali nella dieta, è stato reso possibile dallo sfruttamento delle carcasse di mammiferi lasciate mezze spolpate dai grandi predatori della savana, mediante l'uso estensivo di strumenti litici: i manufatti del primo Paleolitico. L'accesso sistematico a questa nuova risorsa nutritiva ha fornito non solo un apporto di energia da convogliare verso il metabolismo cerebrale, «risparmiando» su altri sistemi metabolici e garantendo così al cervello risorse supplementari, ma ha soprattutto fornito i nutrienti essenziali, rappresentati da lunghe catene di acidi grassi polinsaturi Omega-3 e Omega-6, necessari per sostenere la rapidissima espansione encefalica che ha caratterizzato l'evoluzione del genere *Homo* (Cunnane, 2005). Gli acidi grassi essenziali, infatti, non sono direttamente sintetizzabili dall'organismo ma devono essere assunti con la dieta e vengono poi trasferiti dalla madre nelle prime fasi di sviluppo embrionali e neonatali, con l'alimentazione fetale e con l'allattamento.

<sup>11</sup> I primi *Homo*, cioè: forse quelli della specie *Homo habilis* in Africa orientale o magari (chissà?) quelli della specie *Australopithecus sediba* scoperti di recente in Sudafrica.

Nelle savane africane di 2 milioni di anni fa, l'accesso a questa formidabile risorsa trofica era unicamente possibile – per un nostro antenato privo di zanne e artigli – con l'uso di strumenti realizzati mediante know-how condivisi tra i membri del gruppo sociale. Così, la possibilità di sfruttare con successo le carcasse disponibili, in competizione con gli stessi predatori (leoni, leopardi) e con i nostri «rivali» saprofagi (iene, sciacalli, avvoltoi), ha portato questi uomini primordiali dell'inizio del Pleistocene a sviluppare da un lato comportamenti sociali più cooperativi, dall'altro nuove capacità cognitive connesse allo sviluppo ponderale del cervello. Questo, sostenuto dal consumo di grassi e proteine animali, in una spirale a rinforzo positivo, si è quasi raddoppiato già con la comparsa delle prime forme di *Homo* (rispetto alle dimensioni di quello dei loro antenati *Australopithecus*) e si è associato alle industrie litiche del primo Paleolitico (Olduvaiano). Nel complesso, l'accrescimento encefalico nel corso di buona parte dell'evoluzione del genere *Homo* ha riguardato lo sviluppo in senso antero-posteriore dell'encefalo – a partire dal polo occipitale (aree visive) e dei lobi parietali inferiori (aree associative) – come mostrano gli studi di morfometria geometrica e *warping* tridimensionale condotti su calchi endocranici (Bruner e colleghi, 2003; Di Vincenzo e Manzi, 2007). Più localmente, in maniera cioè indipendente dall'accrescimento generale dell'encefalo, si registra lo sviluppo proprio delle aree perisilviane dell'emisfero sinistro già in forme tarde di *Australopithecus*, alla luce di quanto è stato messo in evidenza sul calco endocranico di uno dei fossili rinvenuti nel sito di Malapa in Sudafrica (Carlson e colleghi, 2011). Queste aree sono andate incontro a una significativa espansione, evidenziata dal grado di asimmetria emisferica (lateralizzazione) e dall'emergere di strutture cerebrali tipicamente umane, come il cosiddetto cappuccio di Broca<sup>12</sup> sul lobo frontale sinistro e come il lobulo parietale inferiore in corrispondenza del giro sopramarginale e del giro angolare.

<sup>12</sup> Il cappuccio di Broca (*Broca's cup*) è un'estroflexione distinguibile sulla superficie dei calchi endocranici che corrisponde allo sviluppo della porzione anteriore e inferiore dell'area di Broca, rispettivamente note come aree di Brodmann 45 e 47.

Phillip V. Tobias, uno dei padri della paleoantropologia della seconda metà del Novecento, nell'ormai lontano 1971 ha interpretato tali evidenze paleoneurologiche in base a un principio che potremmo definire «attualistico». In coerenza con le conoscenze allora disponibili, secondo Tobias, la presenza in *Homo habilis* di strutture perisilviane sviluppate (area di Broca, di Wernike e parietali inferiori) si sarebbe accompagnata a fluenti capacità linguistiche già presenti in questa remota specie umana. In base al modello della MNA di Iacoboni, tale visione deve essere completamente «ribaltata». Come abbiamo visto, infatti, le aree perisilviane sono riconosciute come costitutive di un network emulativo/imitativo sovrapponibile a quello linguistico, precedente alla divisione della nostra linea evolutiva dagli antenati delle antropomorfe attuali. Quindi è nei fenomeni emulativi/imitativi che va individuata la funzione associata a tali aree nelle primordiali forme del genere *Homo*, in relazione al vantaggio rappresentato dal possedere un sistema imitativo (non verbale) molto accurato per l'apprendimento di know-how necessari all'accesso al cibo. Si tratta peraltro di un cibo altamente nutritivo (come dicevamo sopra) che si inserisce in un *feedback* a rinforzo positivo con la produzione di manufatti e con l'encefalizzazione.

### *Ricorsività*

Ogni manufatto umano, ogni strumento del Paleolitico testimonia un procedimento che ha portato alla sua corretta realizzazione, composto da cicli iterativi di lavorazione concatenati in una sequenza operativa continua (in ambito archeologico si usa il termine *chaîne opératoire*: catena di operazioni). Tale schema generativo, basato sulla ricorsività di operazioni motorie, riflette le modalità semantico-sintattiche con cui le informazioni motorie vengono processate nei sistemi neurocognitivi perisilviani non già durante le fasi produttive, ma piuttosto durante quelle relative all'apprendimento di tali procedure motorie. Il linguaggio, evolvendo contestualmente a tali sistemi, ne avrebbe ereditato le caratteristiche fonda-

mentali. Pertanto, noi suggeriamo che il linguaggio non si sarebbe affatto sviluppato in forme e con modalità autonome ed esclusive, contrariamente a quanto sostenuto da Hauser, Chomsky e Fitch (2002). La presenza di «ricorsività», cioè la possibilità di eseguire operazioni sul prodotto di altre operazioni, è stata considerata da questi autori come il tratto esclusivo della facoltà linguistica in senso stretto, non essendo essa condivisa né da altri sistemi cognitivi presenti nell'uomo (esclusa la facoltà di calcolo), né da altri sistemi di comunicazione in altre specie animali. È stato perciò ritenuto impossibile che la ricorsività potesse essersi evoluta da forme precedenti secondo modalità darwiniane.

In realtà, la ricorsività è il presupposto procedurale di svariati comportamenti motori ed è presente in tecniche di scheggiatura del Paleolitico: il metodo Levallois, per esempio, prevede la predeterminazione dei prodotti finali (punte, grattatoi, raschiatoi eccetera) in base a un'estesa preparazione dei nuclei ottenuti scheggiando il ciottolo di materia prima. Ciò si può ipotizzare anche per le catene di operazioni necessarie per produrre i più elementari strumenti del Paleolitico inferiore (*figura 2*), come quelli associati ai primi rappresentanti del genere *Homo*. D'altra parte, attività motorie pienamente ricorsive e non solamente iterative (come il processamento di oggetti e alimenti) sono state riconosciute anche fra gli scimpanzé e i gorilla (Byrne, 2003). La ricorsività pertanto non appare essere esclusiva del «dominio umano» (né dunque di quello linguistico), ma risulta essere ben radicata nei procedimenti motori condivisi da noi e da alcune fra le scimmie antropomorfe (e, verosimilmente, dai nostri antenati).

La presenza di procedure ricorsive nella realizzazione dei manufatti si fa più evidente mano mano che ci si avvicina cronologicamente a industrie tipiche di forme umane più encefalizzate come i Neandertal (Paleolitico medio) o alle prime industrie su selce e osso associate alla nostra specie (Paleolitico superiore). Rispetto a quelle del Paleolitico inferiore, queste industrie si caratterizzano per una crescente diversificazione nelle tipologie di strumenti prodotti, ognuno utilizzabile per una funzione particolare. Questi diversi strumenti sono ottenuti mediante successive modifiche rispetto a un piano pro-



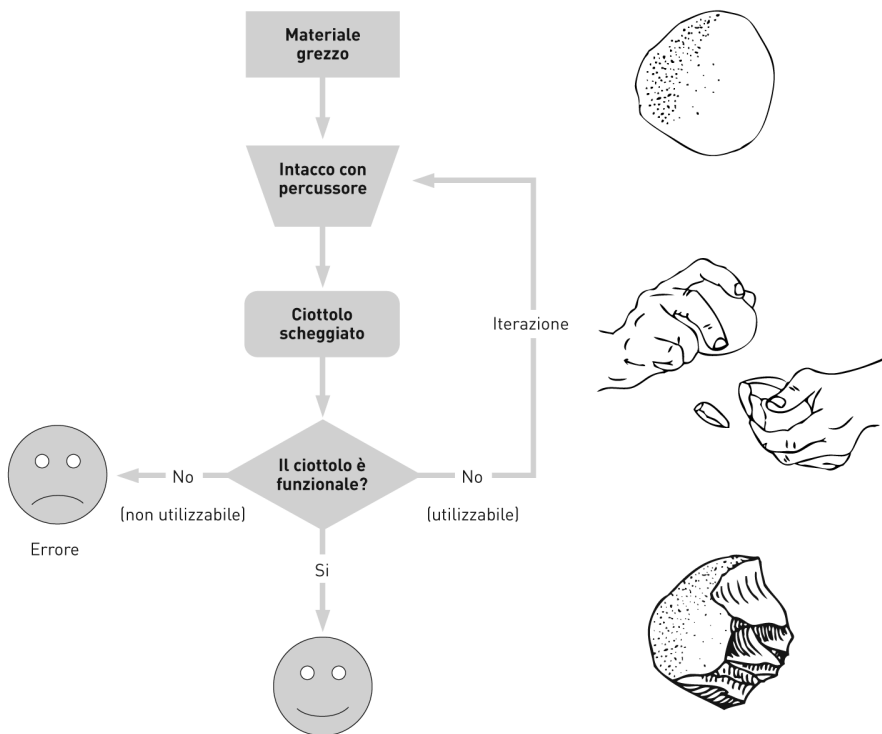


Figura 2. La presenza di ricorsività è rintracciabile già nella produzione di strumenti litici molto rudimentali riferibili al Paleolitico inferiore. Nella produzione di ciottoli scheggiati (choppers) qui rappresentata come diagrammi di flusso, si nota la presenza di cicli di lavorazione in cui ogni fase si basa su una trasformazione precedente. La ricorsività diventerà più evidente in tecniche di lavorazione più complesse che implicano simmetria bilaterale e predeterminazione del risultato finale.

duttivo comune come «variazioni su un medesimo tema». In pratica nella fabbricazione di questi manufatti si evidenzia la presenza di due livelli produttivi distinti: uno «strutturale», fondato su procedure standardizzate volte a prevenire ogni errore capace di compromettere la funzionalità complessiva dello strumento, e uno più flessibile e creativo che utilizza i piccoli errori che occasionalmente si verificano durante le fasi lavorative per creare nuove tipologie di strumenti.

Questo tipo di organizzazione su due livelli produttivi distinti è assente in un contesto di comunicazione iconico mimico-gestuale (del tipo di quelli presenti tra le scimmie antropomorfe), mentre rappresenta un tratto fondamentale del linguaggio parlato (e scritto). Ogni lingua, infatti, presenta di

base poche regole grammaticali (la cui violazione comporta una perdita immediata di significato), associata a una grande flessibilità e variabilità lessicale, che costituisce la vera ricchezza semantica della lingua e le permette di evolvere nel tempo e diversificarsi. Il linguaggio, pertanto, si realizza su due livelli distinti ma contemporanei: uno *formale* (sintattico), che permette la costruzione di frasi grammaticali, e uno *contestuale* (lessicale), che consente di adattare parole e significati a diverse situazioni e permette la creazione di nuove parole attraverso la conservazione di piccole variazioni ed «errori» entrati nell'uso.

È bene chiarire che con ciò non sosteniamo né che il linguaggio si sia evoluto a partire da processi produttivi della litica, che sono sotto il controllo di specifiche aree motorie diverse da quelle che formano la MNA (Stout e Chaminade, 2007), né che ci sia un'equivalenza cognitiva tra le due facoltà (Leroi-Gourhan, 1977). La relazione evolutiva da noi individuata si attua esclusivamente rispetto alle modalità di apprendimento e replicazione delle corrette procedure necessarie a compiere comportamenti complessi. Modalità che sono proprie del circuito delle aree perisilviane e delle facoltà tanto imitative che linguistiche da esse controllate. Diversamente da quanto proposto da Tomasello (1999) nell'ipotesi del «dentello di arresto»<sup>13</sup>, pensiamo che non sia l'accumulo di innovazioni culturali a sospingere lo sviluppo delle facoltà cognitive, ma che queste siano vincolate a un *feedback* autocatalitico e pienamente darwiniano, che abbia legato le facoltà cognitive allo sviluppo cerebrale, alle necessità energetiche e nutrizionali del suo metabolismo, alla possibilità di trasferimento transgenerazionale di know-how e conoscenze (in forme sempre più raffinate e istruite) e alle contingenti opportunità paleoambientali che hanno stimolato e favorito tutto questo processo.

<sup>13</sup> Michael Tomasello ha ipotizzato che il rapido sviluppo delle capacità cognitive che distinguono la nostra specie sia imputabile a un meccanismo di progressivo accumulo delle innovazioni culturali. Queste, una volta acquisite e condivise all'interno del gruppo sociale, forniscono la base che permettere la successiva evoluzione cognitiva allo stesso modo in cui un dentello d'arresto (*ratchet*) vincola un ingranaggio a muovere costantemente verso una sola direzione.

È stato lo sviluppo e l'aumento di complessità delle aree perisilviane – sostenuto da un continuo aumento delle capacità di sopravvivenza e di riproduzione – a costituire la precondizione adattativa per strutture encefaliche che potevano essere e che, in un successivo momento, saranno cooptate per nuove funzioni basate sui medesimi meccanismi emulativi/imitativi. Riteniamo cioè che sia stato questo meccanismo – basato come si vede sul concetto di *exaptation* e sulla selezione naturale – che ha permesso l'emergere delle facoltà linguistiche.

### *Parlare*

Quando, a seguito dell'aumento di complessità neuronale, le aree perisilviane hanno potuto pienamente supplire a nuove funzionalità di carattere più eminentemente comunicativo e linguistico era ormai spianata la strada per cui si poteva attuare il passaggio a modalità articolari (vocali) del linguaggio. Anche in questo caso, un passaggio così cruciale è stato mediato dalla presenza di popolazioni di neuroni specchio che, come abbiamo visto, giocano un ruolo fondamentale nel riconoscimento del significato di azioni finalizzate grazie alle loro proprietà sensorie e motorie in parallelo. In questo caso, particolari neuroni specchio definiti *eco*, rinvenuti per il momento solo nell'uomo, si attivano non in risposta a una percezione visiva bensì acustica, secondo le modalità descritte da Rizzolatti e Craighero (2004). Questi neuroni specchio, come i loro omologhi visuo-motori, permettono l'associazione di uno stimolo – in questo caso un suono con caratteristiche ben definite (non quindi un indistinto rumore) – con il possibile significato che quel suono può rivestire per l'ascoltatore. Non solo, ma nel momento in cui giunge all'ascoltatore un suono verbale, questo viene automaticamente tradotto a livello della muscolatura glosso-faringea del tratto sopra-laringeo, nel piano articolatorio necessario per (ri)produrlo, confermando su base neuronale l'intuizione di Lieberman e collaboratori (1967) della strettissima relazione funzionale esistente tra l'articolazione motoria di bocca, labbra e lingua

e la comprensione dei significati linguistici associati alle parole o ai singoli fonemi. Determinante nel passaggio a un canale acustico è il fatto che suoni prodotti da azioni manuali (attività «rumorose» come la costruzione di manufatti, più che mimico-gestuali tipicamente «mute») non solamente attivano le aree perisilviane dell'emisfero sinistro, ma producono una facilitazione nell'esecuzione dei comportamenti motori rendendoli più rapidi e precisi, come dimostrato da Aziz-Zadeh e colleghi (2004) mediante tecniche di *neuro-imaging*. Si può allora pensare che l'associazione di suoni anche verbali ad attività motorie (sia pratiche che mimico-gestuali) possa essere divenuta preponderante fino al passaggio completo a modalità acustiche e articolari del linguaggio.

In questo contesto, infine, in base ai risultati di alcune analisi eseguite su calchi endocranici con tecniche di morfometria in tre dimensioni (Bruner e colleghi, 2003; Bastir e colleghi, 2011; Di Vincenzo e Manzi, in preparazione), riteniamo che il passaggio verso una funzione linguistica pienamente sviluppata in senso vocale sia probabilmente avvenuto solamente con la comparsa della nostra specie, circa 200 mila anni fa in Africa, e non abbia interessato, o abbia interessato con modalità affatto differenti, altre varietà di *Homo* come per esempio i Neandertal. D'altra parte, seppure noi pensiamo che il linguaggio articolato tipico della nostra specie abbia avuto un'origine recente, probabilmente contestuale e limitata alla stessa comparsa di *Homo sapiens*, riteniamo anche che la sua affermazione vada inserita pienamente in un percorso evolutivo molto antico – riguardante non solo l'intera storia del genere *Homo*, ma anche quelle delle scimmie antropomorfe così come quelle dei loro e nostri antenati – e vada letta in base a un meccanismo darwiniano, in rapporto al progressivo affinamento e all'integrazione delle proprietà semantico-sintattiche dotate di modalità ricorsive che caratterizzano le regioni perisilviane dell'emisfero sinistro, a cui sono associate molteplici facoltà che appaiono sempre più evolutivamente connesse.

## BIBLIOGRAFIA

- M.A. ARBIB, 2002, «The mirror system, imitation and the evolution of language», in *Imitation in Animals and Artifacts*, a cura di C. Nehaniv e K. Dautenhahn, MIT Press, Cambridge, MA.
- L. AZIZ-ZADEH, M. IACOBONI, E. ZAIDEL, S. WILSON, J. MAZZIOTTA, 2004, «Left hemisphere motor facilitation in response to manual action sounds», *European Journal of Neuroscience*, 19, pp. 2609-2612.
- M. BASTIR, A. ROSAS, P. GUNZ, A. PENNA-MELIAN, G. MANZI, K. HARVATI, R. KRUSZYNSKI, C. STRINGER, J.-J. HUBLIN, 2011, «Evolution of the base of the brain in highly encephalized human species», *Nature Communication*, 2, Article number: 588.
- E. BRUNER, G. MANZI, J.L. ARSUAGA, 2003, «Encephalization and allometric trajectories in the genus *Homo*: Evidence from the Neandertal and modern lineages», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, pp. 15335-15340.
- G. BUCCINO, S. VOGT, A. RITZL, G.R. FINK, K. ZILLES, H.-J. FREUND, G. RIZZOLATTI, 2004, «Neural Circuits Underlying Imitation Learning of Hand Actions: An Event-Related fMRI Study», *Neuron*, 42, pp. 323-334.
- R.W. BYRNE, 2003, «Imitation as behaviour parsing», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 358, pp. 529-536.
- R.W. BYRNE, A. RUSSON, 1998, «Learning by imitation: a hierarchical approach», *Behavioral and Brain Sciences*, 21, pp. 667-721.
- K.J. CARLSON, D. STOUT, T. JASHASHVILI, D.J. DE RUITER, P. TAFFOREAU, K. CARLSON, L. R. BERGER, 2011, «The Endocast of MH1, *Australopithecus sediba*», *Science*, 333, pp. 1402-1407.
- D.L. CHENEY, R.M. SEYFARTH, 2007, *Baboon Metaphysics*. The University of Chicago Press, Chicago, trad. it. *Il babbuino e la metafisica*, Zanichelli, Bologna 2010.
- N. CHOMSKY, 1957, *Syntactic Structures*, Mouton & Co, The Hague, Netherlands, trad. it. *Le strutture della sintassi*, Laterza, Roma-Bari 1970.
- M.C. CORBALLIS, 2002, *From Hand to Mouth: The Origins of Language*, Princeton University Press, Princeton, NJ, trad. it. *Dalla mano alla bocca*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2008.
- S.C. CUNNANE, 2005, *Survival of the Fattest: The Key To Human Brain Evolution*, World Scientific, Singapore.
- F. DI VINCENZO, G. MANZI, 2007, «Posterior view: the occipital bone in the evolution of the genus *Homo*», symposium *100 Years of Homo heidelbergensis*, Heidelberg, 18-19 ottobre 2007.

S.J. GOULD, E.S. VRBA, 1982, «Exaptation: A missing term in the science of form», *Paleobiology*, 8, pp. 4-15, trad. it. *Exaptation: il bricolage dell'evoluzione*, Bollati Boringhieri, Torino 2008.

P. HAGOORT, 2005, «On Broca, brain, and binding: a new framework», *Trends in Cognitive Sciences*, 9, pp. 416-423.

M.D. HAUSER, N. CHOMSKY, W.T. FITCH, 2002, «The Faculty of Language: What Is It, Who Has It, and How Did It Evolve?», *Science*, 298, 1569-1579.

V. HORNER, A. WHITEN, 2005, «Causal knowledge and imitation/emulation switching in chimpanzees (*Pan troglodytes*) and children (*Homo sapiens*)», *Animal Cognition*, 8, pp. 164-181.

W. HUMBOLDT VON, 1836, *Über die Verschiedenheit des Menschlichen Sprachbaues*, Druckerei der Königlichen Akademie der Wissenschaften, Berlino, trad. it. *La diversità delle lingue*, Laterza, Bari 2004.

M. IACOBONI, 2005, «Understanding others: imitation, language, empathy», in *Perspectives on imitation: from cognitive neuroscience to social science*, a cura di S. Hurley e N. Chater, MIT Press, Cambridge (MA).

E.H. LENNEBERG, 1967, *Biological Foundations of Language*, John Wiley & Sons, New York, trad. it., *Fondamenti biologici del linguaggio*, Boringhieri, Torino 1971.

A. LEROI-GOURHAN, 1977, *Il gesto e la parola. Tecnica e linguaggio. La memoria e i ritmi*, Einaudi, Torino.

A.M. LIBERMAN, F.S. COOPER, D.P. SHANKWEILER, M. STUDDERT-KENNEDY, 1967, «Perception of the speech code», *Psychological Review*, 74, pp. 431-461.

G. MANZI, J. RIZZO, 2011, *Scimmie*, il Mulino, Bologna.

J. MERCADER, H. BARTON, J. GILLESPIE, J. HARRIS, S. KUHN, R. TYLER, C. BOESCH, 2007, «4,300-Year-old chimpanzee sites and the origins of percussive stone technology», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, pp. 3043-3048.

M. PETRIDES, G. CADORET, S. MACKEY, 2005, «Orofacial somatomotor responses in the macaque monkey homologue of Broca's area», *Nature*, 435, pp. 1235-1238.

T. PIEVANI, E. SERRELLI, 2011, «Exaptation in Human Evolution. How to test adaptive vs. exaptive evolutionary hypotheses», *Journal of Anthropological Sciences*, 89, pp. 9-23.

G. RIZZOLATTI, M.A. ARBIB, 1998, «Language within our grasp», *Trends in Neurosciences*, 21, pp. 188-194.

G. RIZZOLATTI, L. CRAIGHERO, 2004, «The mirror-neuron system», *Annual Review of Neuroscience*, 27, pp. 169-192.

G. RIZZOLATTI, L. FADIGA, L. FOGASSI, V. GALLESE, 2002, «From mirror neurons to imitation: facts and speculations», in *The Imitative Mind. Development, Evolution, and Brain Bases*, a cura di M.A.N. e P.W., pp. 247-265, Cambridge University Press, Cambridge.

G. RIZZOLATTI, C. SINIGAGLIA, 2006, *So quel che fai. Il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Raffaello Cortina, Milano.

R. SIMONE, 2008, *Fondamenti di linguistica*, Laterza, Roma-Bari.

D. STOUT, T. CHAMINADE, 2007, «The evolutionary neuroscience of tool making», *Neuropsychologia*, 45, pp. 1091-1100.

J.P. TAGLIALATELA, J.L. RUSSELL, J.A. SCHAEFFER, W.D. HOPKINS, 2008, «Communicative Signaling Activates “Broca’s” Homolog in Chimpanzees», *Current Biology*, 18, pp. 343-348.

P.V. TOBIAS, 1971, *The Brain in Hominid Evolution*, Columbia University Press, New York-London.

M. TOMASELLO, 1990, «Cultural transmission in the tool use and communicatory signaling of chimpanzees?», in *«Language» and Intelligence in Monkeys and Apes*, a cura di S.T. Parker e K.R. Gibson, pp. 275-311, Cambridge University Press, Cambridge.

M. TOMASELLO, 1999, *The Cultural Origins of Human Cognition*, Harvard University Press, Cambridge, MA, trad. it. *Le origini culturali della cognizione umana*, il Mulino, Bologna 2005.

A. WHITEN, C. BOESCH, 2001, «The cultures of chimpanzees», *Scientific American*, 284, pp. 61-67, trad. it. «Le culture degli scimpanzé», *Le Scienze*, 3, 2001.