



Elena Cattaneo è la «staminologa» dell'anno

Elena Cattaneo, farmacologa e staminologa dell'Università di Milano e da qualche mese senatore a vita, ha vinto il premio di \$1000, assegnato ogni anno a una persona che si occupa di staminali dal seguitoissimo blog del ricercatore Usa Paul Knoepfler della Davis School of Medicine, che stanziò il premio di tasca sua. La nostra collaboratrice farà confluire la somma in una borsa di studio (<http://www.ipsell.com/>).

Scienza e filosofia

EVOLUZIONE UMANA / 1

Un cranio troppo grosso

Gestazione di soli nove mesi: così i geni regolatori hanno risolto il problema del cervello smisurato dell'Homo Sapiens

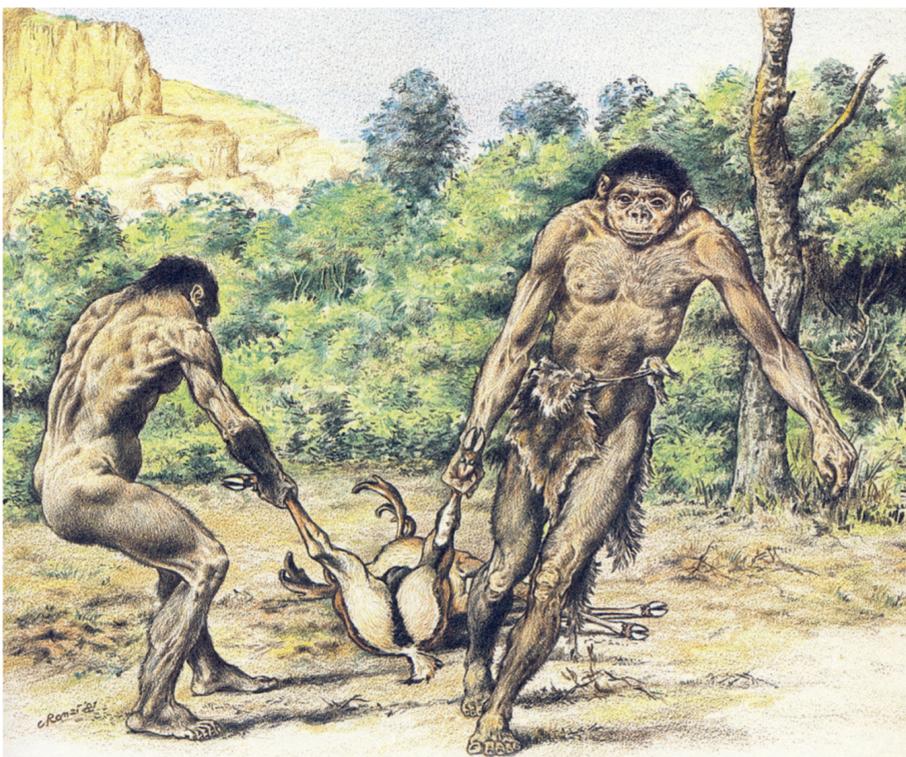
di Giorgio Manzi

La più grande «scommessa» dell'evoluzione umana nel corso di tutto il Pleistocene è stata il fenomeno dell'encefalizzazione, che deve necessariamente aver interagito con un assetto dello scheletro e, in particolare, del cinto pelvico, stabilizzatosi tra la foresta e la savana, nei precedenti milioni di anni di evoluzione degli ominidi, quando le pressioni selettive e le circostanze dell'evoluzione avevano portato all'acquisizione del nostro bizzarro modello locomotorio su due sole gambe. Il cardine morfomeccanico del nostro essere bipedi, il bacino, composto dalle due ossa dell'anca e dall'osso sacro, costituisce anche il vincolo scheletrico alle dimensioni e alla forma del canale del parto. Il neonato deve passare di lì e si possono avere problemi quando il cervello e il cranio che lo contiene sono troppo voluminosi. E nel corso del Pleistocene il nostro cervello e il cranio che lo contiene sono diventati davvero molto, troppo voluminosi. Che fare?

Se provassimo a ragionare come fossimo dei grotteschi ingegneri dell'evoluzione, capiremmo subito che il bacino non si può modificare più di tanto, visto che costituisce l'elemento cruciale della nostra statica e dinamica locomotoria. Al tempo stesso, dobbiamo tener conto che nel corso della storia naturale del genere *Homo* il cervello ha subito pressioni selettive tali - nelle quali non ci avventuriamo - da diventare sempre più grande. Che fare allora?

I meccanismi dell'evoluzione per selezione naturale - non dei grotteschi ingegneri - sembrano aver trovato una risposta capace di salvare capra e cavoli, come dice la vecchia storiella del contadino e del lupo: far nascere il bambino in anticipo! Farlo nascere cioè quando il cervello è ancora relativamente piccolo e il cranio ancora molto elastico grazie alle suture e alle fontanelle rimaste aperte. Questo si può ottenere attraverso un complesso intreccio fra regolazione dei tempi di accrescimento e sviluppo, sia in utero sia nei primi mesi di vita postnatale, una nuova tempistica del parto e importanti cambiamenti nel coordinamento reciproco tra espansione encefalica e ossificazione della volta cranica. Però, questa selezione naturale, che vulcano di idee!

Il nostro bambino, in effetti, nasce molto prima di quando sia atteso se si guarda alle altre scimmie: un primate come noi, con queste dimensioni encefaliche, dovrebbe avere una gestazione di almeno diciotto mesi e non di soli nove, come invece ci capita. Così, succede che i nostri piccoli nascono prematuri (e di parecchio!) e che abbiano bisogno di quasi un anno di vita postnatale per svilupparsi appieno: un anno nel quale il nostro cervello, nato immaturo, continua ad accrescersi con ritmi tali da poter essere definiti fetali. In tutta questa storia, con ogni probabilità, hanno avuto un ruolo importante i meccanismi complessi dell'evoluzione che vanno al di là della sola selezione naturale: fra essi, il fenomeno a noi già noto



HOMO SAPIENS | Nel Paleolitico superiore, circa 35 mila anni fa, compare il primo uomo moderno, cacciatore-raccoglitore organizzato in piccole bande

dell'*exaptation* (cooptazione per nuove funzioni di caratteri già acquisiti). In questa prospettiva, da almeno una ventina di anni anche in paleoantropologia si studiano con particolare attenzione le possibili combinazioni fra i meccanismi ontogenetici e quelli propri dell'evoluzione: è un campo che ha preso il nome accattivante di *evo-devo*, mettendo insieme le parole inglesi *evolution* e *development*. Negli ultimi decenni si è scoperto che un ruolo centrale nel rapporto fra ontogenesi e filogenesi è ricoperto da una componente particolare del genoma: quella che svolge funzioni di regolazione. Si parla infatti di geni regolatori, fra i quali vanno menzionati i cosiddetti *Homeobox* (chiamati così perché sono piuttosto conservativi nella loro struttura, dai batteri agli organismi superiori) che nei vertebrati hanno preso la sigla di geni *Hox*. Attivando a cascata il funzionamento di altri geni, gli *Hox* hanno la funzione di governare i tempi e le modalità di accrescimento e sviluppo e dunque di presiedere alla formazione del fenotipo, soprattutto per quanto riguarda la regolazione fine dell'organizzazione corporea degli individui (morfo-genesi).

In paleoantropologia abbiamo dei risultati assai interessanti, dei quali possiamo qui solo accennare. Sappiamo ad esempio che le australopithecine dovevano avere, con ogni probabilità, un modello di accrescimento e sviluppo piuttosto simile a quello delle attuali antropomorfe (come, ad esempio, lo scimpanzé), mentre sappiamo che qualcosa cambia, anche da questo punto di vista, proprio con la comparsa del genere *Homo*. Infine, anche in questa prospettiva *evo-devo*, è dunque, non solo sul piano meramente anatomico, con *H. sapiens* si raggiunge il modello biologico attuale o, come si dice, moderno. È quest'ultimo il fenomeno che lo chia-

mo «rivoluzione ontogenetica»: un evento complesso e improbabile (nel senso statistico). Fu una rivoluzione perché con *H. sapiens*, nella prospettiva dell'intera evoluzione umana, c'è un nuovo cambio di marcia. Ripetiamo ancora una volta che, nelle varie specie umane estinte, l'encefalizzazione aveva sempre seguito traiettorie che potremmo dire conservative. Nei diversi scenari geografici si era infatti avuta (come in parallelo) una stessa tendenza ad accrescere le dimensioni del cervello, ma, per quanto questo si fosse verificato con modalità locali, in presenza di morfologie diverse (almeno nei dettagli) e con risultati in parte divergenti,

L'encefalizzazione nelle specie umane estinte aveva seguito sempre la struttura allungata arcaica. L'attuale forma è frutto di una rivoluzione ontogenetica

in ciascuna di queste traiettorie era stata mantenuta la struttura arcaica del cranio: nei *Neanderthal*, nei tardi *H. erectus*, nelle ultime popolazioni arcaiche africane (*H. heidelbergensis*) prima di *H. sapiens*. Con la comparsa della specie moderna, invece, tutto cambia: c'è una nuova architettura del cranio, che si riorganizza come assecondando lo sviluppo di un cervello ormai molto grande e che, se privo di vincoli dettati dall'accrescimento osseo, tende ad assumere una forma globulare e non più allungata antero-posteriormente, come nelle forme arcaiche. E questo fa la differenza. Questa fu davvero una rivoluzione: quella che io chiamo la rivoluzione ontogenetica. È molto probabile, e compatibile anche con i dati genetici, che

questo cambiamento e la conseguente comparsa di *H. sapiens* siano avvenuti a carico di una popolazione piuttosto circoscritta, verosimilmente in Africa orientale: una regione in cui proprio intorno a 200 ka (guarda caso), epoca della probabile speciazione, l'ambiente risultava frammentato in una quantità di isolati ecologici. Ciò fu dovuto a un inaridimento particolarmente intenso causato dagli effetti della fase climatica che, parecchio più a nord, diede luogo alla penultima glaciazione quaternaria.

Alcuni studiosi hanno ipotizzato che, dopo l'originaria speciazione di *H. sapiens*, sarebbe stato necessario un tempo supplementare e un ulteriore evento evolutivo per la piena caratterizzazione della specie anche sotto il profilo culturale. In altre parole, alla comparsa del cosiddetto *H. sapiens* «anatomicamente moderno» sarebbe seguita la comparsa di un *H. sapiens* «culturalmente moderno», non prima di oltre 100 millenni e a seguito di un'ulteriore «mutazione» genetica. Si dovrebbe pensare quindi a una nuova specie ancora, fatta di uomini e donne dalle caratteristiche come le nostre anche sotto il profilo delle loro facoltà intellettive e di trasmissione dell'informazione (linguaggio incluso) oltre che per la sola anatomia e biologia generale? A me sembra che questa spiegazione sia superflua e, forse, anche un po' contorta. Chissà che la realtà dei fatti non sia stata, diciamo così, più semplice!

Il brano qui pubblicato è una anticipazione del nuovo libro Il grande racconto dell'evoluzione umana, di Gabriele Mulino, Bologna, pagg. 432 + pagg. 76 di tavole fuori testo, € 45,00, in libreria dal 7 novembre

EVOLUZIONE UMANA / 2

La coscienza è femmina?

di Luca Pani

Circa due milioni di anni fa mentre un pallido sole illuminava le prime ore del mattino alle pendici delle colline di Kanapoi non lontano dalle floride sponde del lago Turkana, ora geograficamente nell'alto Kenya, un ominide primordiale, ancora simile ad una scimmia ma non più identico ad una scimmia, dopo essere sceso dal fianco della montagna, iniziò ad osservarsi le mani. Per la prima volta in vita sua non poté fare a meno di notare come fossero ruvide e, allo stesso tempo, possedessero uno strato di pelle quasi trasparente che le ricopriva in modo diverso sui due lati. Guardò i palmi dalla pelle sottile e dal colore d'argilla. Ammirò, un po' sorpreso, i percorsi delle pieghe, guardò le dita ancora una volta, e poggiò le due mani sopra il petto.

L'ominide dalla mandibola pronunciata e gli archi dei sopraccigli sporgenti come balconi, un'onda ossea di protezione e di dettaglio, annusò l'aria umida della savana africana come aveva fatto molte altre mattine prima di allora. Eppure questa volta era diverso. Era distratto da un pensiero, non già un istinto, non un movimento automatico, non un'imitazione ma da qualcos'altro che non aveva mai provato prima. Era molto distratto, disturbato a momenti, da un pensiero originale: il pensiero delle sue mani.

Quelle mani, ruvide e pelose, uguali e speculari; quelle mani, si rese conto per la prima volta, gli appartenevano. Fu un disagio da principio, come un errore, come se fosse un disturbo (nella sua evoluzione la nostra specie avrebbe tristemente imparato che i pensieri possono essere sottili malattie tra le più difficili da capire e da curare) e cercò di non badarci più di tanto. Ma non ci riusciva: il pensiero tornava ancora a disturbarlo. Il pensiero delle mani si allargò al resto del suo corpo, alle braccia, al torace e quindi alle gambe. Vide i suoi piedi, pensò di nuovo volentieri pensò - a quante volte aveva visto quei piedi e quelli di molti suoi compagni di caccia e quelli degli animali, certo diversi dai suoi, senza mai averci fatto caso. Pensò invece che anche i piedi gli appartenevano, erano suoi, come il resto della sua persona.

Persona, non credeva davvero di esserlo ancora. Si accovacciò e toccò i piedi e le dita. In un attimo notò una somiglianza straordinaria con le mani e di questo, fu certo, non aveva mai avuto neppure il più vago sentore prima di allora. I due pensieri si erano associati tra loro in modo velocissimo e automatico perché, per la prima volta nella storia, una mutazione irreversibile nella corteccia frontale li aveva messi in relazione. Immediatamente dopo l'ominide pensò: Io sono. Forse la storia non iniziò davvero in questo modo, non possiamo saperlo con certezza, forse la nascita della coscienza umana e quindi di tutta la nostra spinta evolutiva iniziò dalla percezione di una madre che portava in grembo la sua creatura, magari fu una Donna il primo mammifero a rendersi conto

che potevano esistere entità distinte: lei e la sua prole. È probabile che la prima percezione della coscienza del sé si sia sviluppata in una femmina; più probabile e forse più romantico per tutti noi che siamo figli e per molte di noi che sono, o saranno, madri. Il primo stato di coscienza potrebbe essere stato dunque un atto d'amore.

Non lo sappiamo, non abbiamo fossili di cervelli ed estrarre il Dna da frammenti millenari è difficilissimo, per adesso quasi impossibile. Abbiamo solo ossa, frammenti di cranio e poche altre indicazioni e per questi motivi il principio della nostra storia, l'origine della più affascinante di tutte le evoluzioni cioè di quella della nostra mente, si perde nella notte dei tempi. Gli ultimi resti di cui abbiamo una qualche certezza e che sono classificabili come *Homo*, tanto da meritare l'onore di portare il nostro prenome ed essere quindi considerati come no-

Lo stato di consapevolezza potrebbe essere nato da un atto d'amore: dalla percezione di una madre che portava in grembo la sua creatura

stri antenati comuni provengono dall'Etiozia Meridionale, dal Kenya e - inaspettatamente vista la distanza tra queste regioni - dalla Georgia.

Alcuni dei resti Africani hanno circa tre milioni di anni ed appartengono ad una specie definita *Homo Habilis*, una specie dotata di un cervello leggermente più grande di quello di un precedente antenato: l'Australopithec, che non era ancora un ominide vero e proprio. L'*Homo Habilis* compare, non a caso, nello stesso momento in cui compaiono i primi utensili di pietra. Quello che sino a qualche anno fa veniva considerato il successore dell'*Homo Habilis* e che invece, secondo le ultime scoperte di questa settimana sull'*Homo Georgicus*, potrebbe essere un suo quasi contemporaneo ci assomiglia un po' di più, anche fisicamente e nel portamento, è classificato come *Homo Erectus*.

Anche *Homo Erectus* proviene dal Kenya e data circa 1,5 milioni di anni or sono proprio quando, centinaia di migliaia di anni più o meno, nelle montagne del Caucaso si sviluppava la comunità dell'*Homo Georgicus* mettendo in dubbio anni di risultati antropologici e biochimici che dimostravano come anche il cervello dell'uomo moderno (*Homo Sapiens*) era derivato solo da quelli vissuti nelle pianure africane. Ora, dato che nessuna di queste specie sembra essere in collegamento diretto con le altre, restano da spiegare vari anelli mancanti e diverse estinzioni più o meno violente come quella del *Rudolfensis* e quasi due milioni di anni dopo quella del *Neanderthalensis*.

Ma se non siamo passati dal *Homo Habilis* a quello *Ergaster* (che era considerato il più importante di tutti) e quindi all'*Erectus* e all'*Antecessor*, per arrivare finalmente al *Sapiens* in modo lineare (non derivato dall'altro), come abbiamo fatto a diventare quelli che siamo? Tutti insieme e in qualunque continente d'origine ci trovassimo?

IL MERCATO DELLA SCIENZA

Ragionare è diventato un lusso

di Guido Barbujani

Se ne sta parlando in tutto il mondo: un editoriale dell'*Economist* dal titolo inequivocabile (*How science goes wrong*, Come sbaglia la scienza, 19 ottobre 2013) denuncia un drammatico calo di qualità nelle pubblicazioni scientifiche. La ricerca ha cambiato il mondo, adesso bisogna che cambi se stessa, recita l'occhiello.

Si tratta di una denuncia circostanziata, basata su fatti non facili da smontare. Un esempio fra tanti. Un biologo di Harvard, John Bohannon, ha spedito lo stesso articolo, inventato e pieno di sciocchezze, su come combattere il cancro coi licheni, a 304 riviste scientifiche. Oltre metà di queste, 157, ha accettato di pubblicarlo. Si trattava di riviste di secondo piano, ma il

problema le riguarda tutte, anche quelle di maggior prestigio.

Publish or perish, pubblica o muori, è la regola, e non da oggi. Ma oggi per reggere alla concorrenza, per dimostrare col peso del loro curriculum di meritare gli indispensabili finanziamenti, insomma, per non morire, i ricercatori devono pubblicare sempre più. L'asticella si è alzata, e così sono saltati, dice l'*Economist*, i meccanismi di controllo, legati alla riproducibilità degli esperimenti e al giudizio dei referee, gli esperti anonimi incaricati di valutare gli articoli inviati alle riviste.

La riproducibilità, da Galileo in poi, è un cardine del metodo scientifico: i risultati di un esperimento, a prescindere da chi lo conduca, devono sempre essere gli stessi. Se davvero la puntura della zanzara anofele trasmette la malaria, chiunque ripeta l'esperimento lo confermerà. Ma diventa un'idea astratta quando i costi dei progetti si misurano in milioni di euro: chi si pren-

derà la briga di spenderne altrettanti, solo per essere sicuri di qualcosa che, più o meno, si pensa di sapere già?

Quanto ai referee che dovrebbero far le pulci agli articoli, sono anche loro scienziati, anche loro alle prese con una lotta per la sopravvivenza la cui prima vittima è il tem-

L'«Economist» ha denunciato un drammatico calo di qualità nelle pubblicazioni scientifiche. Una concorrenza sfrenata ha fatto saltare i meccanismi di controllo

po necessario per lavorare seriamente. Qualcuno ancora ci prova, qualcuno no, e così esperimenti condotti in modo approssimativo passano indenni il controllo di qualità, e risultati statisticamente inconsistenti finiscono per essere presi per buoni.

In parte dipende dal numero crescente di ricercatori. Darwin ci pensò su 23 anni prima di pubblicare *L'origine delle specie*, ma oggi, con 6 o 7 milioni di scienziati nel mondo, una settimana di ritardo può fare la differenza fra successo e fallimento: andare di corsa è diventato un obbligo, ragionare un lusso. E in parte pesa il fatto che le principali riviste scientifiche, acquistate da grandi gruppi editoriali, oggi devono produrre utili. Se i loro articoli vengono ripresi da giornali e televisioni, la loro notorietà cresce, e con essa i soldi pagati dagli inserzionisti. Così in molti casi gli articoli sottoposti passano inizialmente per le mani di esperti di comunicazione, ragazzi quasi totalmente digiuni di scienza, ma che rimandano al mittente studi anche molto ben fatti se pensano che non attireranno l'attenzione dei media. In questo modo la pubblicazione sulle maggiori riviste scientifiche diventa sempre più simile a un gioco d'azzardo: si fa una puntata, sperando di beccare il numero fortunato.

Gabriele Romagnoli ha scritto su *Repubblica* che il calcio è andato in crisi quando i calciatori hanno cominciato a indossare scarpe dai colori ridicoli. Qualcosa del genere è successo anche nella scienza. Si è diffusa l'abitudine di infilare negli articoli

frasi ad effetto che non hanno niente a che vedere col merito della ricerca, ma molto con la sua promozione. Se va bene, queste frasi saranno poi riprese dai titolisti dei giornali, e dai neonati ma già voraci uffici stampa delle riviste stesse. Un sintomo, certo, non una causa: ma andrebbe preso sul serio. Come in altri settori, anche nella scienza ci si è fidati delle virtù del mercato, sperando che avrebbe sistemato da sé tutto quanto. Ma in quello che è diventato il mercato della scienza, fare per bene una cosa alla volta non paga. Meglio farne cento; magari novanta saranno spazzatura, ma con le altre ci si terrà a galla. Così si estingue la gloriosa figura del ricercatore-artigiano, paziente, critico, che sottopone i propri risultati a verifica su verifica, finché non se ne sente profondamente convinto. Oggi il mondo della ricerca è dominato da figure di scienziati-imprenditori, svelti nel pensare, abili a raccogliere fondi, molto a loro agio col mestiere di stringere alleanze, meno con quello di valutare criticamente quanto un risultato stia in piedi.

C'è anche chi prova a riportare nel sistema un po' di razionalità. Jaume Bertranpetit, direttore dell'Icrea, l'equivalente catalano del nostro Consiglio Nazionale delle Ricerche, seleziona i candidati sulla base di

cinque articoli: «Voglio gente che abbia fatto, nella sua carriera, cinque cose davvero buone. Il resto non mi interessa». All'Institute for Advanced Studies di Princeton sono ancora più selettivi: gli articoli da presentare per candidarsi a passare un anno nell'istituto che ospitò l'esilio di Albert Einstein sono tre in tutto. Se questo atteggiamento dovesse diffondersi, molti si convincerebbero a puntare sulla qualità più che sulla quantità.

Di tutto questo, dicevamo all'inizio, si discute in tutto il mondo, anche perché dalle scelte che si faranno dipende il futuro di settori produttivi avanzati e avanzatissimi, e cioè di milioni di posti di lavoro. Se ne parla molto meno in Italia, dove pure i problemi sono raddoppiati dalla nota penuria di fondi, e triplicati dalla dittatura burocratica che paralizzava i migliori ricercatori con periodiche, micidiali iniezioni di insensatezza (ultima la ristrutturazione dei dottorati di ricerca): la scienza ha cambiato il mondo, ma qui non ce ne siamo accorti. Si vede che a noi piace di più dibattere sul metodo *Stamina* o su quanto sia retroattiva la legge Severino, e pazienza: però nessuno si meravigli quando, fra un po', ci renderemo conto per l'ennesima volta che gli altri vanno avanti e noi andiamo a fondo.