

Il cambiamento nella natura

Telmo Pievani



Sono un evoluzionista e mi occupo del cambiamento dal punto di vista del tempo profondo. Mi è stato chiesto di introdurre questo tema: qual è la grammatica del cambiamento dal punto di vista evoluzionistico.

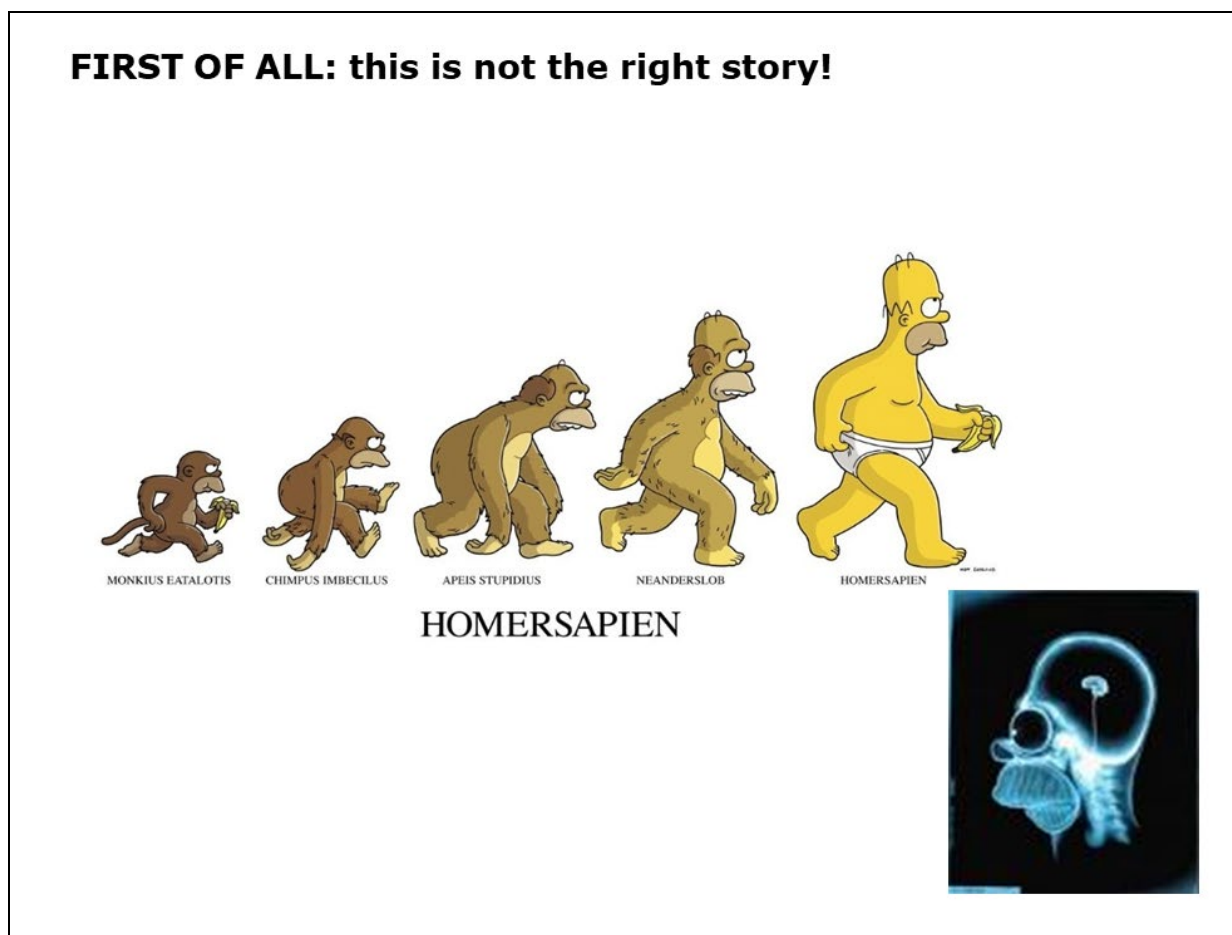
Noi studiamo i processi del cambiamento per professione, e quello di cui ci accorgiamo – soprattutto quando lo raccontiamo, lo insegniamo e facciamo comunicazione della scienza – è che il processo evolutivo, il processo del cambiamento, rischia di portarci in molte trappole narrative. Ve ne mostrerò qualcuna.

Una di queste è stata già stata ricordata: la retrotopia. Per chi studia il cambiamento, la retrotopia è un problema perché deriva da un inganno che noi chiamiamo del "senno di poi". Cosa significa? Significa che quando studiamo il cambiamento siamo portati, nella nostra mente, a partire dal presente, da noi che siamo qui, e a guardare indietro nel passato. Usiamo quindi il senno di poi, perché, per dirlo in modo semplice, sappiamo com'è andata a finire la storia: siamo arrivati noi. Quindi siamo portati a compiere il grave errore di pensare che il passato si sia svolto per portare a noi, come se in quel processo ci fosse una necessità intrinseca, una direzione che ha portato fino a noi.

Il primo sforzo che dobbiamo fare quando studiamo l'evoluzione è, quindi, non usare il presente come criterio per studiare il passato, ma cercare di immergersi nel passato per capire quali erano le potenzialità nascoste al suo interno. Quel passato era aperto: avrebbe potuto prendere altre direzioni; ne ha presa una, quella che ha portato a noi, ma era fecondo di molte altre storie, che non dobbiamo buttare via usando il senno di poi.

Che cosa non è l'evoluzione

Innanzitutto, cosa è il cambiamento e cosa non è? Guardate l'immagine sotto: questo non è il cambiamento.



I Simpson hanno preso in giro un certo modo di vedere l'evoluzione, e non è un caso: Matt Groening, che scrive i testi dei Simpson, ha fatto il dottorato di biologia evoluzionistica. È un mio collega, diventato molto più ricco di me scrivendo i testi dei Simpson, ma ogni tanto in quel cartone inserisce riferimenti all'Intelligent Design e all'evoluzione, basandosi sulle reminiscenze dei suoi studi scientifici. E questa immagine è geniale, perché ci dice che l'evoluzione non è stata una marcia di progresso verso Homer Sapiens. Questa immagine di Homersapiens è una provocazione intelligente, perché vi si trovano molti stereotipi sul cambiamento.

Il primo stereotipo è l'idea che il cambiamento debba essere necessariamente lineare, una grande unica linea di progresso. Quante volte avete sentito la metafora completamente sbagliata dell'"anello mancante"? Ad esempio, si dice che è stato scoperto l'anello mancante tra X e Y. Ma nell'evoluzione, nel cambiamento, non ci sono mai anelli mancanti e non ci possono essere. Perché l'evoluzione non è una catena dove si lega un anello dopo l'altro, ma è un albero, è una storia di esplorazione e diversificazione. Semmai, troviamo ramoscelli mancanti, non anelli mancanti.

Un'altra idea pericolosa è che ci sia sempre una specie per volta, e che chi viene dopo sia migliore, e che sia anche un po' più umano di chi c'era prima. Quindi non c'è soltanto un'idea di linearità in questa immagine, ma anche un'idea di progresso verso l'umanità, quindi una direzione di progresso. Come se in questa storia di cambiamento ci fosse una sorta di necessità intrinseca che debba portare fino a noi.

Un ultimo dettaglio, non trascurabile, è che queste immagini finiscono sempre con un maschio bianco, bello, senza la pancetta (questo è un altro motivo per cui la parodia di Groening è divertente). C'è quindi anche uno stereotipo sessista, maschilista e razzista: l'evoluzione umana culmina nell'uomo bianco, sempre.

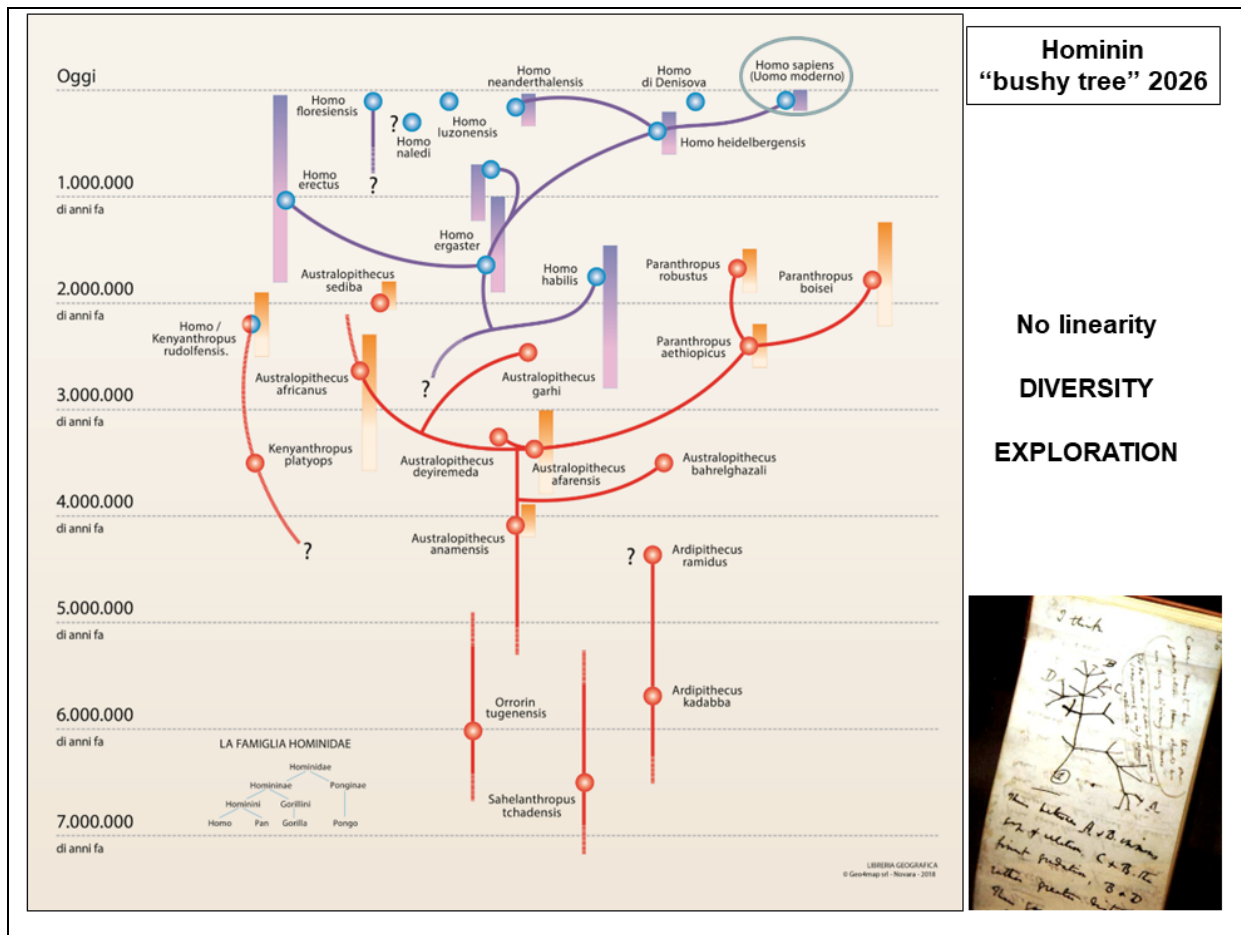
Perché questo è sbagliato e qual è la grammatica che dobbiamo sostituire a questa che ci siamo portati dietro per tanto tempo? Tra parentesi, questa grammatica sbagliata del cambiamento non è stata inventata dai creazionisti o da chi non accetta l'evoluzione, ma è stata importante e centrale all'interno della stessa comunità scientifica, e abbiamo lottato quarant'anni per liberarcene. È nata dentro la scienza, non fuori, e questo ci fa capire quanto sia profonda e radicata.

La grammatica del cambiamento: diversità

Qual è allora la grammatica corretta? Questa è l'immagine che utilizziamo oggi, ed è molto diversa. Siamo figli di un processo di cambiamento ad albero e la prima parola chiave che vi propongo è diversità, non linearità.

L'evoluzione si ciba di diversità a tutti i livelli. Il processo evolutivo non avverrebbe se ciascun individuo in natura non fosse portatore di differenze uniche e irripetibili. Lo diceva già Charles Darwin: in natura non esisteranno mai due individui uguali, due piante una uguale all'altra, due microrganismi, due esseri umani uno uguale all'altro. Ogni individuo è portatore di differenze uniche e irripetibili. Questo è il combustibile di ogni cambiamento.

Questa diversità si traduce poi a più livelli, diventando diversità di specie. Quello che vedete nell'immagine sotto è il famoso cespuglio dell'evoluzione umana, aggiornato al 2026. Lo aggiorno continuamente perché continuiamo a trovare nuovi ramoscelli: siamo arrivati a 26 per ora, ma ce ne sono già altri tre che potrebbero aggiungersi nei prossimi mesi. È un cespuglio che diventa sempre più ricco.



Ed è anche un albero genealogico, ecco un altro punto importante del cambiamento, cioè la parentela universale di tutti gli esseri viventi. Il processo di cambiamento non è soltanto qualcosa dentro cui siamo immersi, ma è qualcosa che ci apparenta, che ci accomuna a tutte le altre forme di vita sulla Terra. Da qualche parte, sei milioni di anni fa in Africa, è esistito un antenato comune tra noi e lo scimpanzè, e poi c'è stata una lunga storia di trasformazioni. Noi Homo sapiens siamo là in alto a destra, l'ultimo ramoscello di una storia lunghissima, comparso circa 300.000 anni fa in Africa. Se fate le proporzioni, siamo nati 300.000 anni fa in una storia di 6 milioni di anni. Non ha alcun senso pensare che tutta la storia precedente sia stata messa lì proprio per arrivare a noi, che siamo un'evenienza tardiva.

Tra l'altro, guardando in alto nella figura, ci si accorge di un fatto sorprendente, che abbiamo faticato ad accettare anche nella comunità

scientifica: quando è comparso Homo sapiens su questo pianeta, c'erano tante altre forme umane contemporaneamente alla nostra. Non soltanto i Sapiens, ma anche i Denisova di cui avrete sentito parlare, e almeno altre quattro specie che giravano per il mondo, completamente diverse da noi, con una storia evolutiva completamente diversa, con le quali abbiamo convissuto e a volte ci siamo ibridati e mescolati.

Anche questo è un messaggio importante nel processo di cambiamento. Faccio sempre questo esercizio anche con gli studenti: immaginare cosa poteva voler dire vivere in un mondo in cui potevi incontrare sulla tua strada un essere umano appartenente a una specie diversa dalla tua. Un'esperienza antropologica che noi non possiamo fare, purtroppo, ma che è esistita in passato, quando c'era una diversità estremamente radicale.

Poi siamo rimasti da soli, ma non sappiamo ancora rispondere con certezza alla domanda del perché siamo rimasti l'unica specie umana sulla Terra.

Complessità: più conoscenze e più punti interrogativi

C'è un aspetto didattico che sottolineo sempre. L'immagine della marcia del progresso dei Simpson era semplice, molto rassicurante, ci piaceva e le siamo affezionati; ma è completamente sbagliata. Questa dell'albero è un'immagine complessa, più difficile da spiegare, controintuitiva, ma con molte più informazioni. Con questo modello la scienza è andata avanti e oggi ne sappiamo di più. Ma dentro questo modello i punti di domanda, ciò che ci siamo accorti di non sapere, sono aumentati tantissimo.

Sui manuali scolastici si trovano ancora affermazioni che dobbiamo correggere: non è vero che Homo habilis è la prima specie che ha prodotto strumenti in pietra; non è vero che l'arte rupestre è nata in Europa; non è vero che il cervello ha iniziato a crescere insieme con le tecnologie; non è vero che due specie distinte non possano incrociarsi, come ci è stato insegnato a scuola, eccetera, eccetera.

Come disse una volta Karl Popper, la scienza è un'impresa conoscitiva meravigliosa da raccontare, perché è l'unica in cui i punti di domanda, col passare del tempo, aumentano anziché diminuire. Più ne sai, più ti accorgi di non sapere. E il fatto meraviglioso nella scienza del cambiamento è che a volte si scoprono cose così sorprendenti, così lontane da quello che si pensava prima, da accorgersi che non sapevi di non sapere, che non ci si era nemmeno resi conto di quanto si era ignoranti e di quante cose mancavano. Questo è il momento più interessante, più importante del metodo scientifico.

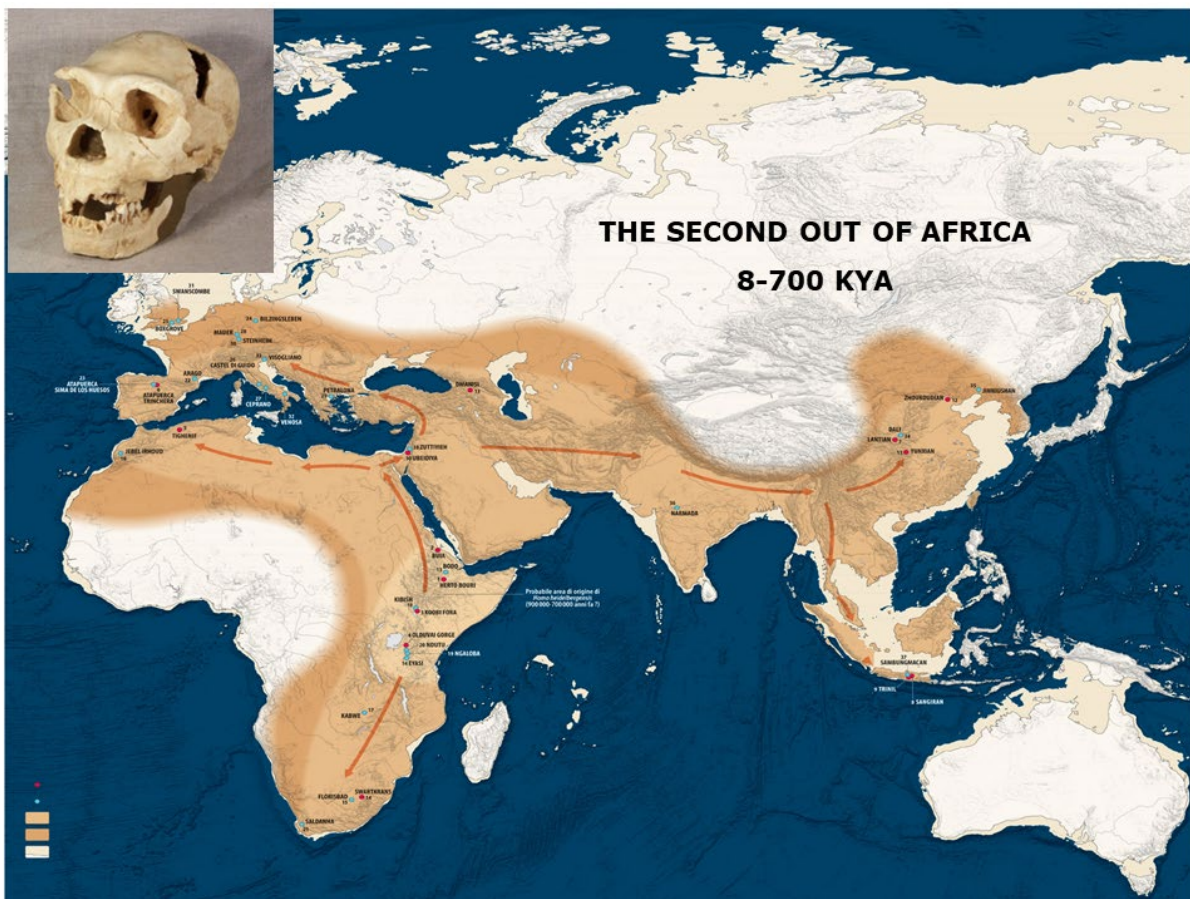
Allora, qual è la grammatica per capire quel cambiamento che vi ho fatto vedere? Userò qualche parola chiave.

Prima parola chiave del cambiamento: migrazione

La prima parola chiave per capire il cambiamento è migrazione, declinata sulla specie umana e sulla storia umana: significa, sostanzialmente, mobilità, spostarsi. Come insegnava uno dei miei maestri, Luigi Luca Cavalli-Sforza, bisogna capire che l'evoluzione e il cambiamento non avvengono soltanto nel tempo, ma anche nello spazio. Avvengono orizzontalmente, attraverso spostamenti, incontri, meticciati, ibridazioni, derive, in un contesto di continua instabilità ecologica, come è il caso dell'evoluzione umana.



Quindi, se ci chiediamo come mai il cespuglio umano sia così ricco di specie, la risposta più semplice è: perché non smettevano mai di migrare, di muoversi. Muovendosi si separavano, andavano alla deriva, si frammentavano - conoscete il processo di speciazione - e questo dava origine a tante specie diverse. In questa mappa c'è una grande espansione, quella di 2 milioni di anni fa: si inizia con una specie e si arriva alla fine di questo processo con 4 o 5. E questo processo va moltiplicato tante volte, perché il migrare è stato un processo ripetuto e compulsivo: è sostanzialmente il comportamento che ci ha reso umani. E se pensate che questo possa avere implicazioni politiche valutatelo voi, ma questo è un dato di evidenza sperimentale.

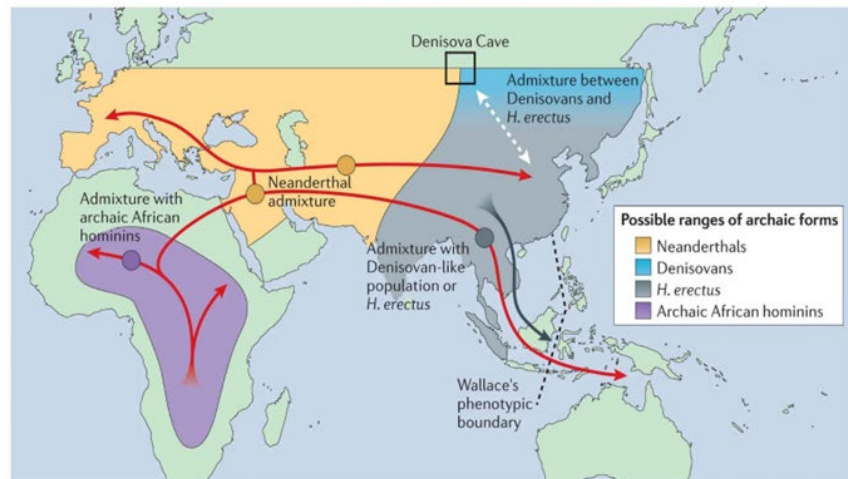


Lo dico perché da qualche anno, quando spieghiamo che siamo tutti africani, che le razze umane non esistono, che tutti gli antenati indoeuropei erano di carnagione scura fino a ventimila anni fa, che venivano tutti da un gruppo di 80.000 africani, abbiamo evidenze sperimentali, sono tutti dati genetici questi. Quando racconto queste cose in Italia, mi dicono che sono un comunista che sta cercando di favorire il multiculturalismo. Però, sventurato il Paese dove si è persa la distinzione tra il raccontare evidenze sperimentali e il discuterle secondo le interpretazioni più disparate.

Il processo migratorio si ripete fino ad arrivare a Homo Sapiens, appunto, che è la specie più migrante di tutti che poi ha incontrato e si è ibridata con tutte le altre. Quindi, la prima parola che vi propongo è migrazione con un'ultima novità, recente, piuttosto sconvolgente, perché nemmeno i miei colleghi se la sarebbero mai immaginata, come Stephen Jay Gould o Niles Eldredge, uno dei grandi evoluzionisti con cui ho lavorato.



Dali (China)



C'è un Homo sapiens che compare in Africa 300.000 anni fa (nell'immagine sopra in viola), poi esce e incontra altri umani discendenti delle migrazioni precedenti, i Neanderthal (in giallo), i Denisova (in grigio), si mescola con loro in modo positivo, e noi, nel nostro DNA, ci portiamo oggi tracce di altre umanità. Quello che riguarda l'Asia è ancora in gran parte da studiare: avevamo perso un'intera umanità, e ora stiamo capendo che esisteva una civiltà denisovana, un altro mondo che avevamo perso. Quei Denisova si sono ibridati con varie popolazioni delle Filippine, della Nuova Guinea, dell'Indocina, del Tibet e questo cambia completamente il nostro modo di raccontare l'evoluzione umana.

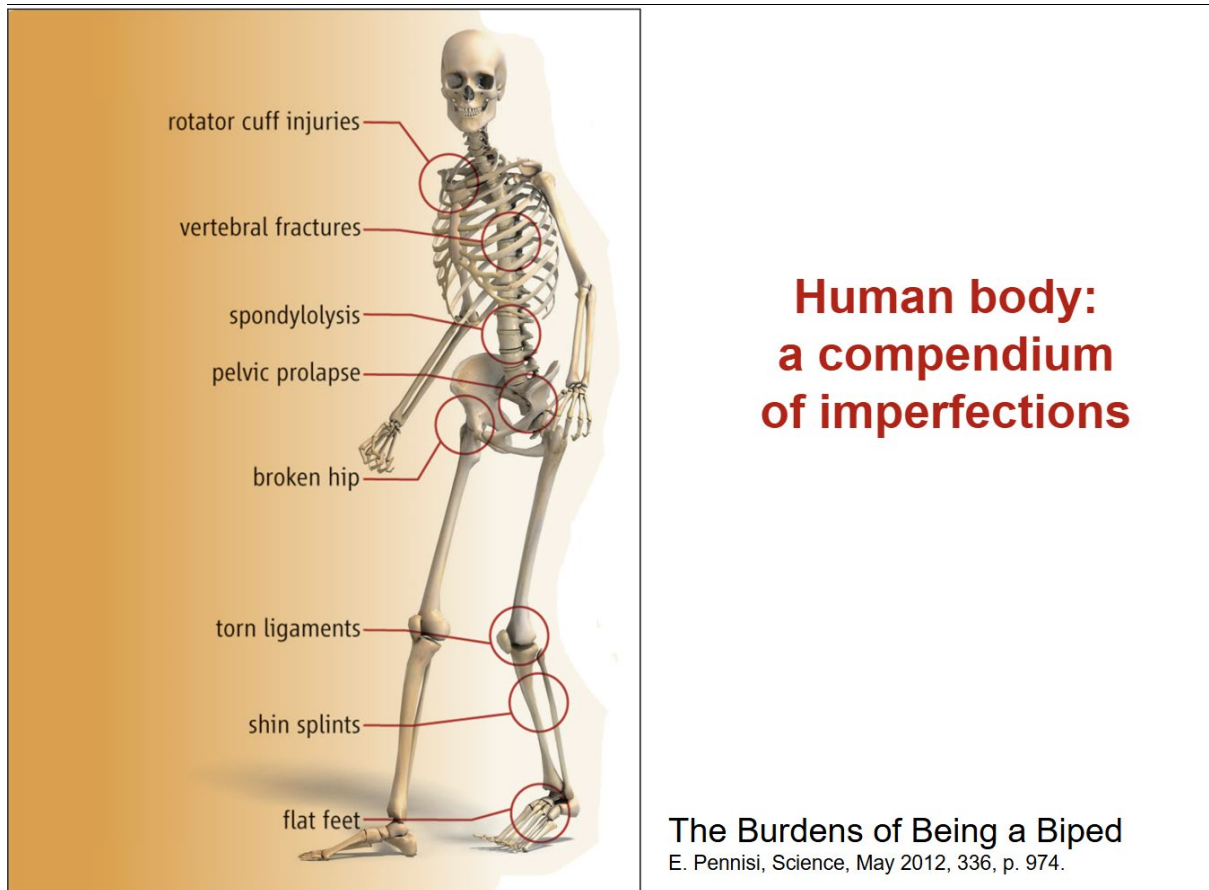
Gli sherpa tibetani hanno così tanto ossigeno nel sangue perché possiedono un gene, chiamato EPAS1, che è stato trasmesso loro dai Denisova, un'altra specie umana. Due mesi fa è stato sequenziato il genoma di una popolazione nativa dell'isola di Luzon, nelle Filippine, e nel loro genoma è stato trovato l'8% di DNA denisovano: quella popolazione ha avuto bisnonni

denisovani vissuti poche decine di migliaia di anni fa. È un messaggio di diversità che sconvolge i nostri preconcetti e conferma che una storia di questo tipo è incompatibile, tecnicamente, con il fatto che nella specie umana possano essersi suddivise "razze" umane. Questo termine non va più usato.

Seconda parola chiave: imperfezione

La seconda parola chiave, che vi propongo – vi sorprenderà – è imperfezione. Me ne occupo molto, e con l'MIT stiamo lavorando su un progetto dedicato a questo tema. Perché? Perché il cambiamento, questo è un altro messaggio profondo, non è mai da zero. Non è mai un processo che comincia da capo: comincia con del materiale già esistente, con la sua storia pregressa, i suoi vincoli, le sue limitazioni, le sue contingenze – in inglese contingency. È la dipendenza dalla storia, il fatto che non possiamo prescindere da quello che è successo prima, ce lo portiamo dietro come vincolo, e quel vincolo viene continuamente trasformato in nuove opportunità e possibilità. Il risultato non è ottimale e non può esserlo, perché sarà sempre un compromesso tra vincoli e possibilità, tra limitazioni precedenti e nuove esplorazioni evolutive.

Il corpo umano è un'enciclopedia di imperfezioni, ben documentata in un bel lavoro pubblicato su Science.

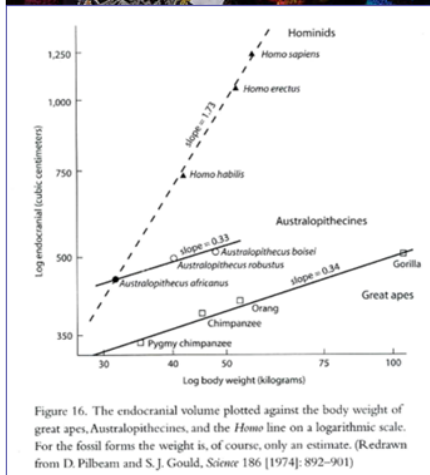


Il bipedismo è proprio paradigma dell'imperfezione evolutiva: se soffrite di piedi piatti, mal di schiena, artrite, dolori al ginocchio, sciatica, ernie, non prendetevela troppo con la medicina moderna che su questo può fare ancora abbastanza poco – se non operare o prescrivere qualche antidolorifico – perché si tratta di difetti biomeccanici molto profondi. Derivano dal fatto che se si prende la struttura di un quadrupede e la si mette in verticale scaricando tutto il peso su una piccola superficie, si deve riorganizzare tutto alla bell'e meglio. Per esempio, i nervi e i muscoli della colonna vertebrale scendono nel modo sbagliato verso le gambe, e sono quindi sempre soggetti a schiacciamenti, ernie e altri problemi.

L'imperfezione più significativa di tutte, però, è un'altra. Se a un certo punto diventi bipede e hai questa rivoluzione locomotoria e architettonica, hai un effetto collaterale spiacevole: il cinto pelvico non si può allargare più di tanto, perché altrimenti la locomozione bipede verrebbe compromessa. Ma

proprio nel momento in cui diventiamo bipedi inizia anche un altro processo evolutivo indipendente, legato ad altre pressioni selettive: la nostra testa comincia a crescere, il nostro cervello comincia a crescere. Si crea allora un problema evolutivo, un conflitto evolutivo, altra parola che sottolineo, perché il cambiamento è anche conflitto tra pressioni selettive diverse. Devi far nascere cuccioli il cui cervello cresce troppo velocemente, ma il cinto pelvico non si può allargare di molto, si trova quindi quel compromesso agghiacciante, che nessun altro animale ha in natura che è il parto umano, il più pericoloso, il più doloroso, il più insensato che esista in natura.

Mi capita ancora oggi, nei convegni, che qualche collega medico cerchi di dare una giustificazione evolutiva alle sofferenze del parto umano ma non c'è nessuna giustificazione: è un compromesso pessimo, che ci siamo portati dietro e abbiamo tollerato, accorciando la gravidanza a nove mesi. Recentemente è stato pubblicato un lavoro in cui viene calcolato che la gravidanza umana naturalmente dovrebbe durare almeno sedici mesi. Oggi le cose vanno meglio grazie alla medicina moderna, ma sapete quanti bambini sono morti fino alla metà dell'Ottocento e purtroppo ancora oggi in tante parti povere del mondo a causa del parto? Non ha senso, perché è un compromesso.



NEOTENY: AN IMPERFECT ADAPTATION, BUT...DISRUPTIVE

Post-birth cranial capacity: +60% chimpanzee; + 430% in men!

Unmatched neural plasticity

Brain volume: 70% one year after birth in chimpanzees; after 4 years in man

Neocortical accretion (surface): 4.9 dm² in chimpanzees; 22 dm² in humans!

Prolongation of parental care period (social cost VS imitative learning, play, development of association areas in the brain)

Unprecedented interaction between biological evolution and cultural evolution.

(developmental cost) immature infants – dysfunctional delivery (RELAXED SELECTION)

Guardate però la genialità imprevedibile dell'evoluzione: accorciare la gravidanza a nove mesi produce l'effetto di generare cuccioli prematuri, come sono i nostri. I cuccioli umani, caso unico, senza equivalenti in altri animali, hanno un cervello che cresce per due terzi dopo la nascita. Sostanzialmente i nostri figli, quando nascono, sono ancora in uno stato fetale e sviluppano il loro cervello dopo essere nati. Questo ha avuto una conseguenza straordinaria: il cervello umano è diventato una spugna per l'apprendimento, l'educazione, l'imitazione degli adulti. È diventato un organo di plasticità meravigliosa che nessun altro mammifero possiede.

Da un'imperfezione, da una fragilità, è venuto fuori qualcosa di meraviglioso: sostanzialmente l'evoluzione culturale umana e il ruolo plasmante che l'educazione ha sui cervelli degli esseri umani. E quando dico "plasmante", non è una metafora: oggi abbiamo molti dati che mostrano come il processo educativo scolpisca i nostri cervelli non solo sul piano

culturale, ma anche su quello genetico, biologico ed epigenetico. Quindi gli insegnanti hanno una grande responsabilità.

La neotenia, ovvero il nascere prematuri e portarsi dietro per tutta la vita caratteri giovanili, è un adattamento costoso perché significa avere cuccioli che richiedono un'energia e un tempo di investimento parentale enormi. È qui che si inserisce una serie di studi che mostrano come i bambini siano stati da sempre accuditi non soltanto dalla madre e dal padre, ma dai nonni, che hanno un ruolo fondamentale, e dall'intero gruppo sociale, la cosiddetta famiglia allargata o famiglia gruppale.

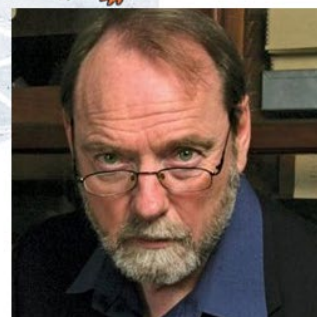
Questo è stato dimostrato in modo incredibile, serendipitoso, da una indagine recente condotta su padri che avevano preso il congedo parentale lungo per accudire i loro neonati. Si disponeva per la prima volta di una coorte statistica significativa di "padri accudenti". Ci si aspettava di trovare cambiamenti culturali e psicologici, ovviamente, e li hanno trovati, ma poi è emersa una cosa totalmente inaspettata: analizzando il sangue di questi padri, si è scoperto che presentavano un quadro ormonale femminile. Non si possono controllare i propri ormoni: se cambiano, è un cambiamento biologico e questo significa che quella competenza quei papà ce l'avevano già prima, non si può cambiare il sistema ormonale in poche settimane. Questa è la prova che la competenza accudente biologicamente era lì, silente, da sempre, perché nell'evoluzione sia il padre, sia la madre, sia tutto il gruppo accudivano i cuccioli. Poi sono arrivati qualche migliaio di anni di patriarcato che hanno silenziato questa competenza di noi maschiotti.

Questo fa parte di una serie di ricerche che mostrano come la cultura possa cambiare la biologia delle persone. Rita Levi-Montalcini, in modo molto simpatico, diceva che il cervello umano è un "accrocco", usando un termine ottocentesco. L'accrocco è una macchina tirata insieme con pezzi di provenienze diverse, che però funziona, e quell'accrocco ha generato Leonardo da Vinci e Shakespeare.

Infanzia, linguaggio e gioco



Syntax, word arbitrariness, combinations, cognitive fluency: experiments while playing?



Stiamo lavorando su questo tema con i miei colleghi di New York. Nella foto vedete Ian Tattersall, grande paleoantropologo del Museum of Natural History di New York, che è stato un grande maestro per me. Come lui diversi autori sostengono oggi che proprio l'apertura, la dilatazione di quel grande spazio dell'infanzia e dell'adolescenza che le altre specie non hanno – uno scimpanzé diventa maturo sessualmente molto più precocemente di noi e ancora di più tutti gli altri mammiferi – sia stata la causa indiretta dell'evoluzione di una serie di caratteristiche umane, tra cui in particolare il linguaggio.

Non il linguaggio inteso come vocalizzazioni, anche articolate, che usano tante altre specie, ma il linguaggio simbolico, quello che stiamo usando adesso, che mi permette di farvi capire e immaginare. Secondo Tattersall, soltanto i bambini avrebbero potuto inventarlo, cioè soltanto individui meno legati agli impegni della sopravvivenza e più legati all'esplorazione di

possibilità. Ci sono molti indizi a supporto di questa idea, in particolare la giocosità e l'arbitrarietà del linguaggio umano. Il linguaggio umano è fatto per composizione e combinazione, associa in modo arbitrario suoni a oggetti, la semantica è arbitraria, e soprattutto ha una serie di caratteristiche che lo fanno somigliare a un gioco.

Forse c'è una parentela, che non avevamo visto, tra il gioco e il linguaggio. Aveva ragione Maria Montessori quando diceva che andiamo a scuola per imparare dai bambini, e questo vale anche per l'evoluzione: sono stati loro a insegnarci a parlare. Come dice sempre Tattersall: se vuoi cacciare un mammut, qualche vocalizzazione complessa è più che sufficiente. Tutto il resto, la poesia, l'ironia, l'ambivalenza, il gioco, è nato perché qualcuno si è messo a giocare con le parole e ha inventato un linguaggio per gioco. Un'ipotesi affascinante.

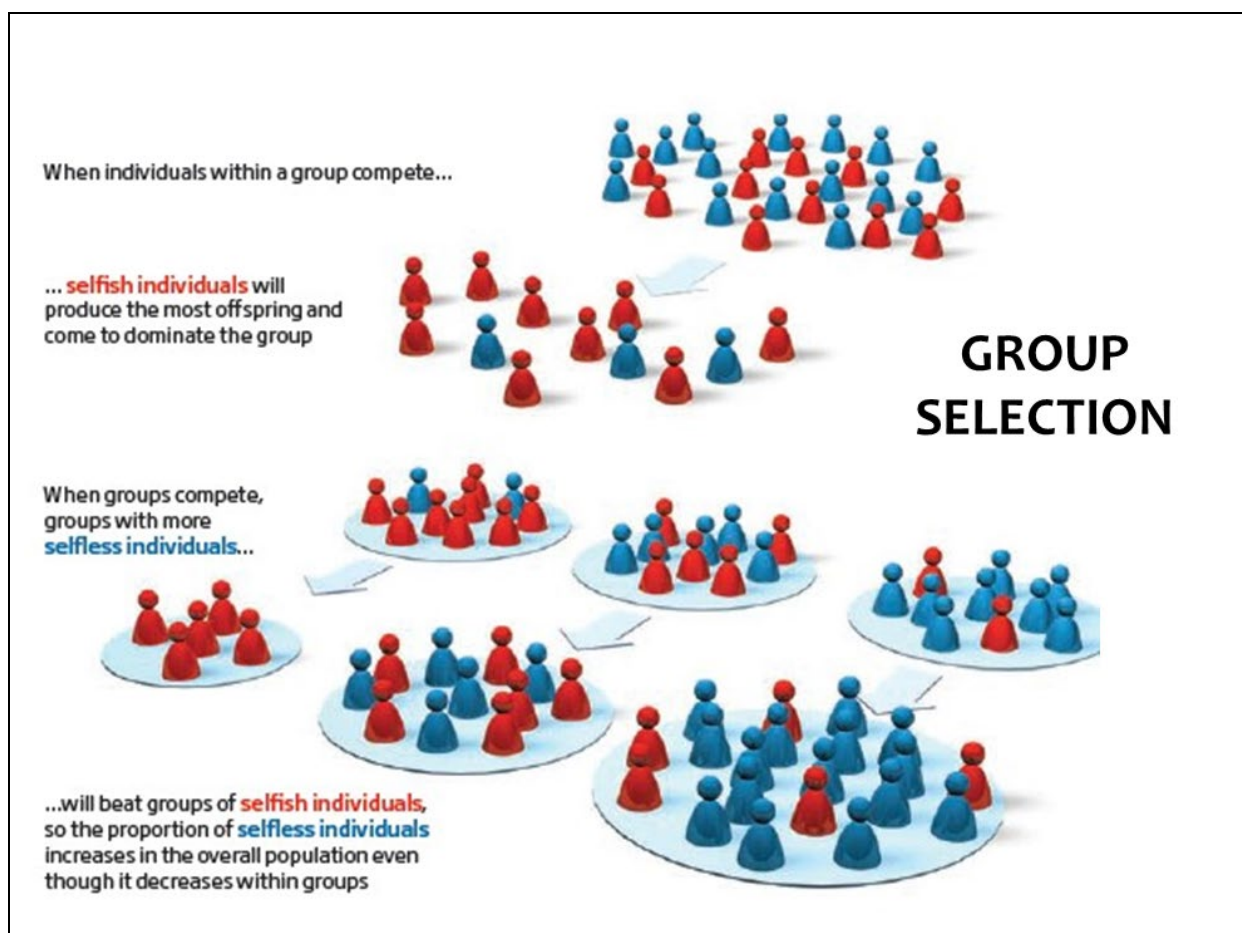
Terza parola chiave: cooperazione

La terza parola chiave è cooperazione. Se la neotenia, avere cuccioli così inerti e vulnerabili per tanti anni, era un adattamento così costoso, perché non ci siamo estinti? Perché i predatori non ci hanno mangiato tutti i cuccioli, così inermi e vulnerabili? La risposta è semplice: quando la neotenia è cominciata, noi avevamo già un'organizzazione sociale molto ben definita, molto complessa, molto strutturata. Eravamo già organizzati in gruppi; i gruppi difendevano i loro cuccioli, e quindi è stata la cooperazione a rendere possibile quell'adattamento. Altrimenti sarebbe stato impossibile.

Se guardate il processo di sviluppo di un grande mammifero africano – una giraffa, una gazzella – il cucciolo, dopo venti minuti dalla nascita, salta su in piedi e segue la madre. Perché lì non c'è un gruppo che difende in modo sostanziale: devono sbrigarsela da soli. Noi no.

La cooperazione, insieme con il linguaggio e la neotenia, è stata una caratteristica fondamentale nel nostro processo di cambiamento. Ma spiegare perché, nell'evoluzione, la cooperazione vinca è sempre un po' difficile.

Darwin ci ha insegnato che il processo di cambiamento evolutivo si basa sulla diversità e sulla competizione tra interessi individuali. È quello che Darwin stesso chiamava il paradosso dell'altruismo: se la selezione naturale premia i portatori di variazioni vantaggiose a scapito di chi non le possiede, perché la natura è piena di cooperazione e altruismo? L'altruista, in teoria, dovrebbe essersi già estinto, perché ha rinunciato a una parte dei suoi interessi a favore degli altri e quindi non trasmette i suoi geni. È il famoso paradosso logico dell'altruismo.



Darwin provò a risolverlo in modo ingegnoso. Oggi, dopo una ventina d'anni di ricerca, lo abbiamo risolto in modo abbastanza brillante con il modello della selezione di gruppo che vedete semplificato nell'immagine sopra. In alto è raffigurata una situazione caotica di partenza, con una popolazione senza sottogruppi, tutta mescolata, dove per diversità genetica ci sono varie attitudini sociali, prosociali o antisociali: i rossi sono gli individui egoisti (i "free rider") e i blu gli individui cooperatori. La logica darwiniana dell'egoismo prevede che gli egoisti aumentino la generazione successiva.

Ma prendiamo un'altra situazione. Se la popolazione è già suddivisa in gruppi, ciascuno ha il suo territorio e ciascun è diverso dagli altri. In un gruppo ci sono molti rossi, è un gruppo con gente piuttosto combattiva ed egoista. Nel gruppo in centro – nella figura – sono metà cooperatori e metà egoisti. Nel gruppo di destra ci sono tanti cooperatori e pochi egoisti. Vediamo che cosa succede nelle generazioni successive. All'interno di ciascun gruppo, gli egoisti vincono ancora: chi dice qualcosa come "make me great again" all'interno del gruppo vince. Ma quella vittoria è illusoria, perché poi si perde tutto nel medio e lungo periodo, è la famosa tragedia dei beni comuni. Se invece calcolate quanti sono i cooperatori in totale, nel tempo crescono, sono molti di più, perché il gruppo dei cooperatori ha avuto grande successo, è cresciuto tantissimo, e in proporzione vince su tutti gli egoisti. Questo modello della selezione di gruppo vale per migliaia di specie, e quasi sicuramente è esattamente il meccanismo che ha fatto la nostra fortuna. Per dirla con uno slogan, essere egoista porta a un vantaggio nel breve termine, ma se fai parte di un gruppo di cooperatori che vince su altri gruppi meno cooperatori, guadagni di più e guadagnano di più tutti gli altri. Si vince solo insieme, perché un gruppo coeso sa difendere i suoi cuccioli, quei cuccioli prematuri di cui abbiamo detto.

Attenzione però: questo è il motivo per cui la cooperazione vince sull'egoismo, ma la cooperazione ha sempre dei nemici che saltano fuori continuamente, quelli che pensano di riscuotere tutto subito, ma poi

riscuotendo tutto subito, perdono loro e fanno perdere anche gli altri. Nel lungo periodo, è la logica cooperativa a vincere sempre sull'egoismo.

C'è però un lato sconveniente, come sempre nell'evoluzione. La natura non è né buona né cattiva, è abbastanza ambivalente, perché una condizione affinché quel meccanismo funzioni è che tu faccia parte di un gruppo in competizione con altri gruppi. Nell'evoluzione antica, umana, la cooperazione è stata un fattore di cambiamento fondamentale ma tendenzialmente all'interno del proprio gruppo, per difendere il proprio gruppo. In inglese lo chiamiamo altruismo *parochial*, cioè parrocchiale, provinciale, limitato al piccolo gruppo. È la logica del piccolo gruppo, della tribù: devi essere cooperatore altruista con chi ritieni appartenga al tuo gruppo, perché sei in conflitto con chi ritieni appartenga a un gruppo diverso. È la logica perversa dell'in-group e dell'out-group, sono bravo a cooperare ma solo con chi tendenzialmente riconosco come uguale a me, come appartenente al mio gruppo.

C'è un esperimento molto eloquente di qualche anno fa dove si vede che se mostrate a dei volontari il volto di una persona fenotipicamente diversa – ad es. un bianco che vede un afroamericano e viceversa – e fate una risonanza magnetica del loro cervello, accade questo: prima viene riconosciuto il volto (l'area fusiforme in verde nella foto sottostante), poi scatta subito l'amigdala, quella parte del cervello dedicata al riconoscimento immediato di una minaccia (come a dire "questo non è come me, forse devo preoccuparmi, forse è un pericolo, è uno di un altro gruppo"), e poi, dopo un terzo di secondo, intervengono le zone neocorticali, che interagiscono con l'amigdala per "calmarla" (le dicono "cerca di capire, è un esperimento, stai guardando lo schermo, non c'è nessuno che ti sta per uccidere").

The neuroscience of race

Jennifer T Kubota¹, Mahzarin R Banaji² & Elizabeth A Phelps^{1,3}

As the racial composition of the population changes, intergroup interactions are increasingly common. To understand how we perceive and categorize race and the attitudes that flow from it, scientists have used brain imaging techniques to examine how social categories of race and ethnicity are processed, evaluated and incorporated in decision-making. We review these findings, focusing on black and white race categories. A network of interacting brain regions is important in the unintentional, implicit expression of racial attitudes and its control. On the basis of the overlap in the neural circuitry of race, emotion and decision-making, we speculate as to how this emerging research might inform how we recognize and respond to variations in race and its influence on unintended race-based attitudes and decisions.

Possible evolutionary explanation: IN GROUP / OUT GROUP

(ambivalence:
cooperation VS aggression)

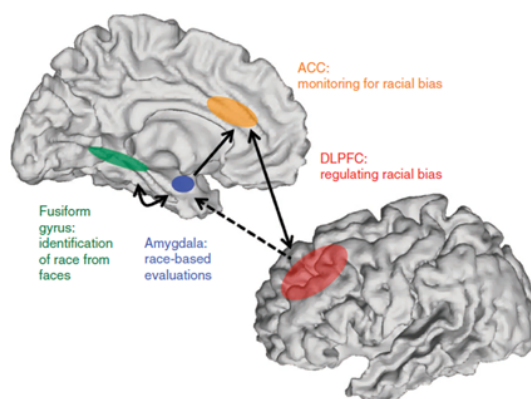


Figure 1 The brain regions most often reported in studies of race. The amygdala has been linked to automatic race evaluations and the FFA is involved in the rapid identification of other race individuals. The ACC is thought to detect conflict between implicit race attitudes and conscious intentions to be nonbiased. When such conflicts are detected, the DLPFC may regulate negative evaluations.

Quello che rende interessante questo esperimento è che per la prima volta si è fotografato il conflitto dentro il nostro cervello, il conflitto tra una parte antica del cervello, che segnala un possibile pericolo, e la parte neocorticale più moderna che razionalizza, che cerca di dare un senso.

E qui torna la cultura, perché, in modo del tutto serendipitoso, facendo un esperimento di controllo hanno cambiato le condizioni al contorno. Al bianco hanno fatto vedere il volto di un afroamericano, ma l'afroamericano era un famoso calciatore, un famoso giocatore di basket, un grande cantante... e l'amigdala è rimasta silente e questo è stato davvero sorprendente. Perché l'unica differenza tra il primo e il secondo esperimento era che il volto lo si conosceva già, che piaceva quello sport o quel cantante, e quindi la differenza è cultura, è educazione, è la tua storia educativa, familiare, della tua vita.

Come nel caso degli ormoni dei padri accidentati, questo è un caso in cui la cultura fa stare zitta l'amigdala. L'amigdala non si può controllare volontariamente, fa parte della zona involontaria del nostro cervello, ma la cultura la fa stare zitta.

Questo esperimento ci dà una cattiva notizia e una buona notizia. La cattiva notizia è che se vivi in un contesto in cui ti insegnano che la diversità è una minaccia, quella leva funziona eccome. Non vuol dire che siamo tutti naturalmente razzisti; vuol dire che c'è un nervo scoperto nel nostro cervello che si può riattivare se qualcuno lo strumentalizza. La buona notizia è che la cultura può far tacere l'amigdala; se cresci in un contesto in cui la diversità non è percepita come minaccia, l'amigdala se ne sta buona.

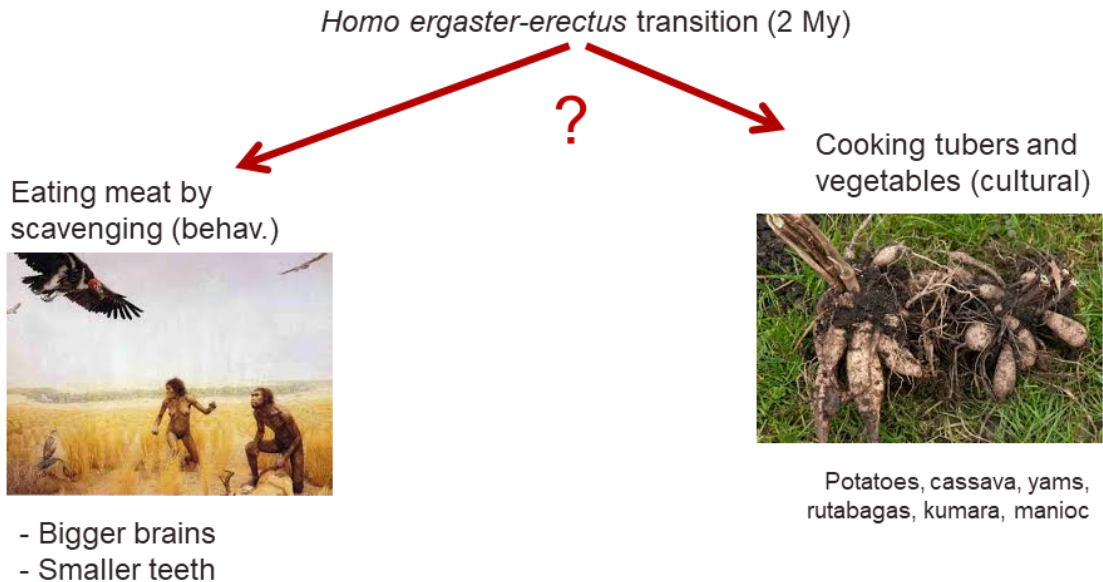
Quarta parola chiave: costruzione di nicchia

L'ultima parola chiave è "costruzione di nicchia", che riguarda in modo particolare gli aspetti educativi legati all'ambiente. Il cambiamento è sempre un processo ricorsivo: questo è un altro punto importante. Cambiamento non è adattarsi passivamente a condizioni che cambiano indipendentemente da te. Il cambiamento è: tu cambi il mondo, e poi devi adattarti al mondo che hai cambiato.



Quindi il cambiamento è un processo relazionale, e questo non solo nel caso umano. Molte specie, come il castoreo con le sue dighe, cambiano il mondo: i castori sono "tecnologi" che introducono artefatti, e poi devono adattarsi a un mondo cambiato. È un gioco ricorsivo, in due direzioni.

The Cooking Hypothesis



Un ultimo esempio: noi esseri umani oggi non possiamo vivere con una dieta strettamente crudista. Qualsiasi altro animale nostro parente vive naturalmente di cibi crudi, ma se proponete agli scimpanzè una scelta tra dieta crudista e dieta cotto-crudo, scelgono il cotto, non sono certo stupidi, soltanto non hanno inventato la cottura dei cibi. Noi l'abbiamo inventata circa un milione di anni fa. E come mai non possiamo più vivere senza cibi cotti? Siamo diventati biologicamente e geneticamente dipendenti da una tecnologia, cioè prima abbiamo cambiato il mondo inventando una cultura, poi ci siamo dovuti adattare fisicamente a un mondo da noi stessi modificato. Questa è l'idea di "costruzione di nicchia", e oggi vale per i nostri figli con il *climate change*. Noi oggi stiamo cambiando il contesto ambientale in modo radicale. Quando le matricole di oggi si laureeranno, la temperatura del mondo sarà aumentata di due gradi; vivranno in un mondo diverso dal nostro. Anche questa è costruzione di nicchia: trasferiamo alle

generazioni successive i cambiamenti ecologici che abbiamo introdotto nella nostra generazione. Anche questo è importante. Quello che si trasmette nel processo di cambiamento non sono soltanto i geni, e non è soltanto la cultura attraverso la scuola, l'educazione, la famiglia e così via. C'è anche una terza linea di ereditarietà, quella ecologica. Tre linee di ereditarietà, non soltanto due.

Intelligenza artificiale ed evoluzione

Oggi con le intelligenze artificiali si possono fare sequenziamenti genici molto più velocemente che in passato: è uno strumento di ricerca scientifica formidabile. Ma guardate questo paper uscito qualche mese fa su PNAS: si ipotizza che le AI e gli esseri umani possano diventare, insieme, un nuovo soggetto evolutivo. In che senso insieme? Si usano due grammatiche del cambiamento: la coevoluzione e la simbiosi.

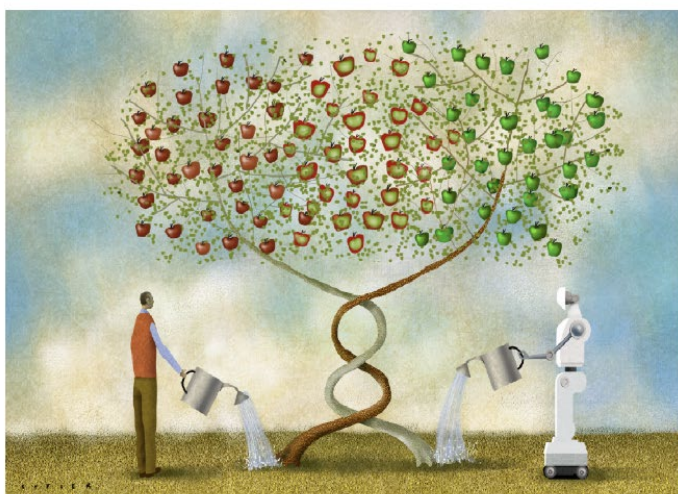
PNAS

OPINION



Could humans and AI become a new evolutionary individual?

Paul B. Rainey^{A,B,1} and Michael E. Hochberg^{A,C,1}



PNAS 2025 Vol. 122 No. 37 e2509122122

As interdependencies between humans and AI grow, the two could come to function not merely as interacting agents, but as an integrated evolutionary individual subject to selection at the collective level. Image credit: Dave Cutler (artist).



Through recursive feedback, where humans shape AI, and AI increasingly shapes human thought and action, AI may acquire a role not as a separate agent, but as a core architectural element of an emerging collective individual.

**Entertainment - Massive Use - Heuristic Use
(public and sustainable!)**

La coevoluzione è già in corso, ne abbiamo appena parlato: invento una nuova tecnologia, l'AI, che è un po' particolare rispetto alle altre, perché è una simulazione grossolana di come funzionano le reti neurali umane, è una rete neurale multistrato elementare. La faccio girare, lei "impara", nel senso che associa pesi probabilistici ai dati che le fornisci e risponde ai tuoi prompt. Attenzione, però. Quando circolano dialoghi con l'intelligenza artificiale che ti dà sempre ragione, che quando ti arrabbi dice "hai ragione, mi sono sbagliata, te lo ridico in un altro modo", non si tratta soltanto di accontentarti, ma anche di influenzarti.

A dicembre è uscito un lavoro che mostra che ci sono diverse AI in giro. Alcune AI, se ricevono domande esplorative formulate con curiosità e apertura, che dimostrano un approccio scientifico rispetto al cambiamento climatico, ti danno risposte che confermano quello che la scienza dice sul climate change. Ma se le domande sono formulate con atteggiamento scettico, queste AI cominciano a fornire fake news che negano il riscaldamento climatico. E se la domanda tradisce un atteggiamento incerto, queste AI portano verso lo scetticismo. Se sei nella zona grigia e non capisci bene il climate change, dopo due o tre domande ti viene mostrata tutta la letteratura falsa che ne nega l'evidenza. Le AI hanno pregiudizi ben costruiti nel modo in cui rispondono, e quando pensate che l'AI sia cosciente, che vi risponda perché capisce quello che fa, ricordate che siete voi a proiettare su di lei voi stessi: non è lei ad essere consapevole, siete voi a voler avere a che fare con qualcuno che ritenete tale. Nel paper di cui vi ho detto si ipotizza addirittura che, tra non molto, noi e l'AI non solo co-evolveremo, ma entreremo in simbiosi. Si creerà un'endosimbiosi in cui noi fagociteremo l'AI. Tra poco usciranno AI personalizzate, il cosiddetto "companion", che non sono più un chatbot generico, ma un'AI tua, con cui dialoghi, che ti conosce, che diventa il tuo compagno di vita. Già qualcuno nella Silicon Valley parla di "immortalità digitale" attraverso l'AI: lasceremo la nostra AI, con tutti i nostri ricordi e pensieri, a chi verrà dopo.

In quel paper finiscono con il dire che in questa ipotetica simbiosi futura, occorrerà dividersi il lavoro. E come? La parte umana, cioè noi, continuerà ad assolvere alle funzioni corporali (nutrirsi, riprodursi, ecc.), le AI invece assolveranno alle funzioni mentali (memoria, decisione, ecc.). Una prospettiva leggermente distopica, che conferma quanto sia importante avere un approccio evoluzionistico anche su questi temi, imparando a usare l'AI in modo euristico: non soltanto per fare più velocemente ciò che facevamo già, ma per fare cose nuove, creative, con l'intelligenza umana che comanda e usa questo nuovo strumento per raggiungere nuovi obiettivi e fare nuove scoperte, diverse da quelle di prima.

Per fare questo ci vuole il "pensiero delle cattedrali": la capacità di costruire oggi le condizioni i cui effetti positivi saranno visti dalle prossime generazioni. Negli Stati Uniti lo chiamano così, perché non hanno le nostre cattedrali e ce le invidiano. Nelle cattedrali, ad esempio, chi getta le fondamenta sa benissimo che non parteciperà all'inaugurazione: parteciperà il nipote. Eppure le cattedrali vengono costruite.



Ex. SUCCESS STORY: HOLE IN OZONE LAYER 1985-2025

Conclusione e una domanda aperta

La grammatica del cambiamento significa per me anche ragionare in termini di serendipità: cercare qualcosa e trovare qualcosa che non stavi cercando. È la cosa più bella della scienza.

E vi lascio con una domanda, un bellissimo metalogo di Gregory Bateson, che utilizziamo molto perché ci stiamo lavorando con l'MIT in un progetto sulla serendipità. Un bambino sta passeggiando con suo padre e a un certo punto gli chiede: "Senti, papà, i padri ne sanno sempre più dei figli?". Il padre risponde: "Ma certo, ovvio: hanno avuto più tempo per imparare, sono già andati a scuola, hanno più esperienza, hanno letto molte più cose, quindi ne sanno di più dei loro figli". Al che il figlio chiede: "Chi ha inventato la macchina a vapore?". "James Watt", dice il padre, "alla fine del Settecento". "Ah", risponde il bambino, "ma allora perché non l'ha inventata il papà di James Watt?"

Provate a rispondere a questa domanda. Non è per niente facile. Ecco, secondo me, la grammatica del cambiamento la capiremo quando sapremo rispondere alla domanda di questo bambino.