

Le origini genetiche dell'altruismo

Francesco Salamini, Bergamo

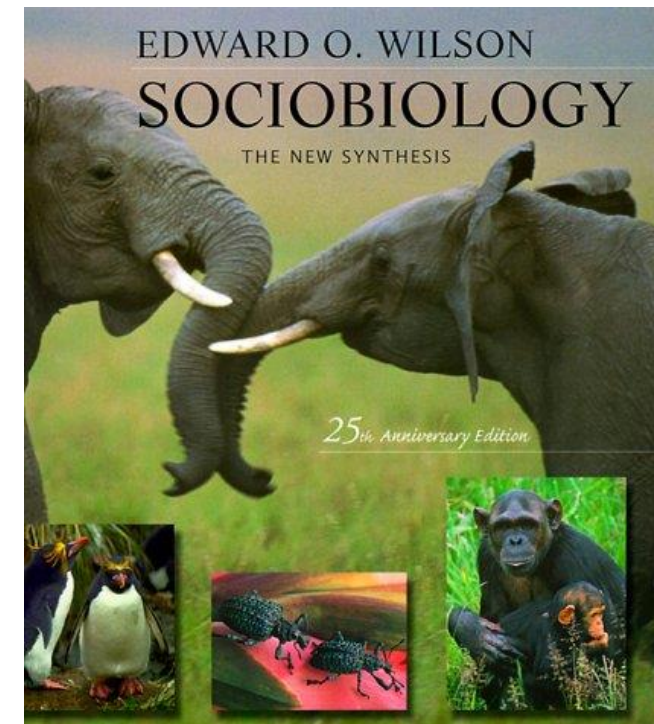
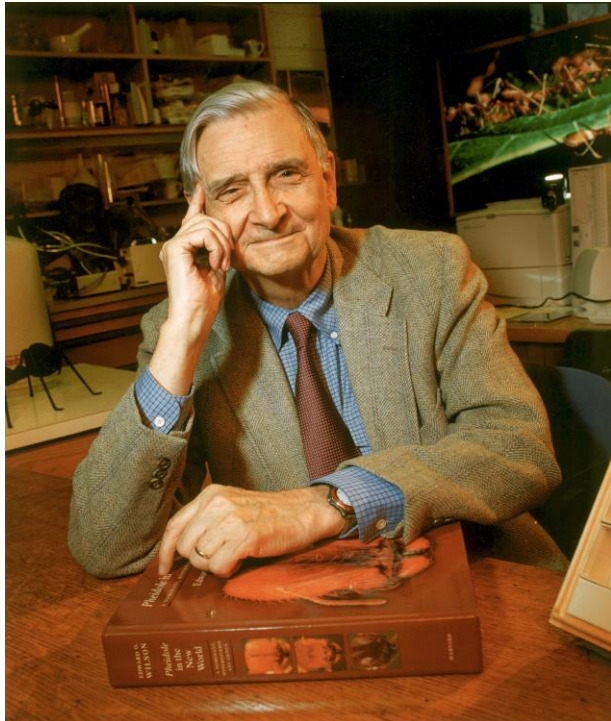
Prima introduzione. Perché proprio io

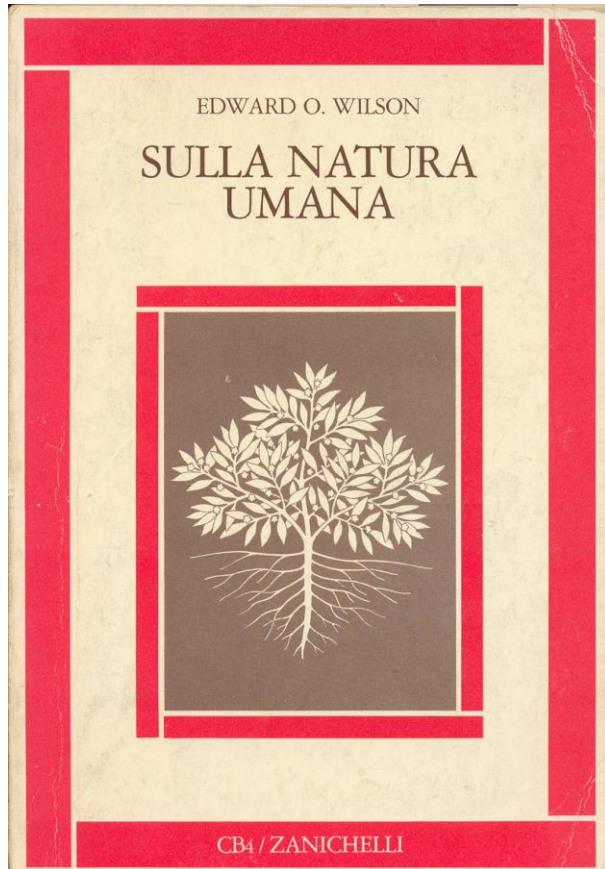
E' inevitabile che coloro che si dedicano alla scienza applichino anche a loro stessi quanto conoscono, specialmente se motivati dal voler **comprendere le basi scientifiche del comportamento umano, sentiero che inevitabilmente conduce alla domanda antropologica: chi sono?** L'esercizio può essere condotto anche da chi, come me, si è dedicato alla genetica e alla genomica delle piante. Anche la sola curiosità giustificherebbe comunque il tentativo.

Seconda introduzione. La revisione del problema “*nature-nurture*”.

Inizia con la polemica seguita alla pubblicazione nel 1975 del libro *Sociobiologia: la nuova sintesi*, di Edward O. Wilson. Wilson era un entomologo ad Harvard.

Perché la polemica? Il libro trattava dell’ereditarietà dei comportamenti sociali degli animali. Negli insetti sociali l’evoluzione per selezione naturale ha favorito l’evoluzione dei geni del comportamento (come la rinuncia delle operaie a riprodursi). Queste società sono completamente regolate su base genetica.





Wilson dedicò l'ultimo capitolo della *Sociobiologia* a riflessioni sulla natura umana. Le estese nel 1978 nel libro "*Sulla natura umana*" : biologia, etica e morale dell'uomo.

Colloca *Homo* tra le specie sociali, viste come il prodotto dell'interazione tra geni e ambiente. Sostiene che nel cervello esistono censori e motivatori che influenzano le premesse etiche: è da questa radice che si origina la moralità.

Le sue tesi rimandano alle osservazioni degli antropologi: in tutte le culture umane riconoscono 70 caratteristiche comuni che riproducono parte dei repertori sociali di altri mammiferi, inclusi i primati.

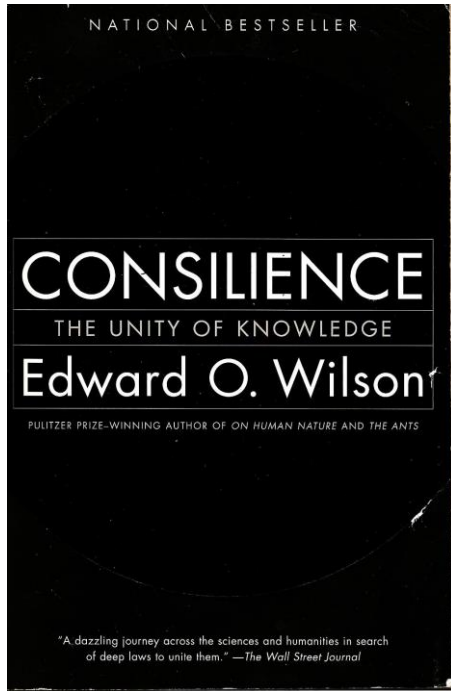
L'autore era cosciente di aver compiuto una invasione (grave dal punto di vista degli invasivi!) nel campo delle scienze sociali.

La polemica nacque dalla pretesa dell'autore i) di aver dimostrato che il comportamento sociale dipende anche da una componente genetica istintiva (**e quindi non solo dalla cultura**); ii) che quanto vale per gli animali vale anche per l'uomo, e cioè che la natura umana ha un fondamento biologico, concetto noto anche come determinismo biologico.

Il sistema di Wilson: **i)** i sistemi sociali sono stati sviluppati dall'evoluzione; **ii)** ogni organismo ha come scopo la sopravvivenza della specie; **iii)** l'individuo è solo il modo con cui il DNA produce altro DNA; **iv)** i comportamenti sono pragmatici nel servire lo scopo finale.

I principi di Wilson sono impregnati dall'idea della selezione naturale che ha plasmato i comportamenti sociali: pregiudizio, attrattività dei simili, ruolo del sesso, **altruismo**, comportamento territoriale, aggressione, incesto. Questi comportamenti sono, almeno in parte, pre-programmati geneticamente e si ripresentano nei nuovi individui che compaiono nel corso delle generazioni.

Ma i tempi sono cambiati



Tanksley et al., 2019. *GWAS of human social behavior and its application in sociology*. *Frontiers in Sociology*. doi: 10.3389/fsoc.2019.00053.

Prima sorpresa. Rassegna sul ruolo della biologia nel comportamento e sue influenze sui caratteri umani di socialità. La biologia viene valutata con metodi molecolari, *GWAS* e *Scores* poligenici.

Seconda sorpresa. O. E. Wilson è citato in positivo:
«*The clarification of norms of reaction and heritability is the first step to clarify roles of heredity and environment in human behavior*»

«*The next step is the location of genes that affect behavior*»
«*Once the genes are mapped and their expression identified, their interaction with the environment can be more precisely traced*»

(citazioni da Wilson, 1999. *Consilience*; tesi del libro: necessità di unificare le branche della conoscenza: biologia, scienze sociali, scienze umanistiche).

Nuove metodologie

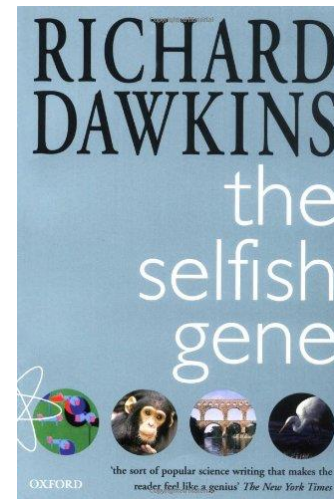
- **Neurobiologiche.** Es. La predisposizione a bere alcol è sia di origine genetica che ambientale. Un circuito neurale della corteccia prefrontale marca l'attitudine a bere e ne guida l'espressione mitigando segnali punitivi (Siciliano et al., 2019. *Science* 366: 1008).
- **Epigenetiche.** Es. Le differenze tra gemelli monozigoti esistono. In una coppia si notano modificazioni epigenetiche diverse tra i membri con l'aumentare dell'età (Fraga et al., 2005. *PNAS* 102: 10604). (Discusso anche in Tanskley et al., 2019)
- **Genomiche (es. GWAS).** Es. Gli alleli di un genitore *non* trasmessi alla prole possono comunque influenzarla. Esempio : risultati educativi (Kong et al. 2018.*Science* 359: 424).

Caratteri comportamentali influenzati anche da determinanti genetici

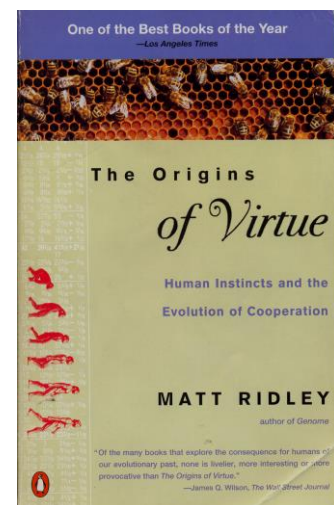
Anonimo, 2019. Nat. Gen 51: 1661.	Disordini nell'attenzione; schizofrenia.
Demontis et al., 2019. Nat. Gen 51: 63.	Deficienza di attenzione.
Li et al., 2020. BMC Med. Genomics 13:54.	Autismo.
Deary et al., 2012. Nature 482: 212.	Intelligenza (correlazione tra 11 e 65 anni: 0,62).
Sniekers et al., 2017. Nat. Gen. 49: 1107.	Intelligenza ((336 SNP associati)
Savage et al., 2018. Nat. Gen. 50: 912.	Intelligenza
Lee et al., 2018. Nat. Gen. 50: 1112.	Risultati scolastici (uno score poligenico spiega l'11% della varianza).
Okbay et al., 2016. Nature 533: 539.	Risultati scolastici (74 geni candidati significativi statisticamente).
Belsky et al., 2018. PNAS 115: no. 31.	Successo nello scalare posizioni sociali (anche genetica materna).
Polderman et al., 2015. Nat. Gen. 47: 702.	Correlazioni tra gemelli monozigoti: anche caratteri cognitivi e sociali.
Caspi et al., 2002. Science 297:851.	Comportamento antisociale (gene MOAO e maltrattamenti giovanili)
Schrode et al., 2019. Nat. Gen. 51: 1475.	Comportamenti sociali
Pickrell et al., 2016. Nat. Gen. 48: 709.	Caratteri neurologici e sociali
Cai et al., 2020. Nat. Gen. 52: 437.	Depressione
Cousin-Frankel, 2020. Science 368: 6487.	Anoressia

Da Darwin ad Hamilton

Selezione naturale. Darwin si rese conto delle lotte tra selvaggi per accedere alle risorse. Si convinse che la lotta per prevalere e sopravvivere è centrale all'evoluzione. Lessona, un suo contemporaneo: *«la lotta per la vita è una legge fatale, dolorosa, crudele, di tutti i viventi, non escluso l'uomo»*. Alla base della selezione naturale c'è l'egoismo di singoli individui, una deduzione poi estesa a singoli geni: Richard Dawkins l'ha popolarizzata con il libro *The selfish gene*.



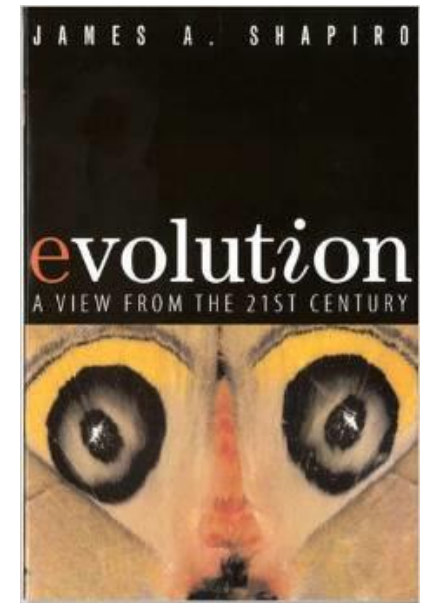
Tuttavia. Matt Ridley nell'aprire il suo libro (pluripremiato) pone un interrogativo: perché nelle comunità di uomini darwinianamente egoisti, gli ideali di comportamento corretto e di valore sociale si identificano nell'esaltazione di coloro che praticano l'altruismo? (cooperazione, altruismo, generosità, simpatia, gentilezza, l'eroe che salva gli altri; il saggio che si preoccupa di tutti; il buon legislatore; la cura dei poveri, etc.).



Una risposta. L'esperimento di Dimitry Belyaev sulla selezione *intenzionale* delle volpi argentate dimostra che il comportamento ha una base genetica e che può essere modificato. Anche la selezione *naturale* ha influito sul comportamento?



(J. A. Shapiro, 2011. Come, nell'evoluzione, si forma il nuovo. Il DNA tende all'invarianza se l'ambiente è stabile, ma «inventa» quando la cellula è esposta a stress ambientale. Il genoma, cioè, è una memoria che si legge ma che accetta di essere riscritta. Le novità prevarrebbero come fattore evolutivo sulla selezione naturale).

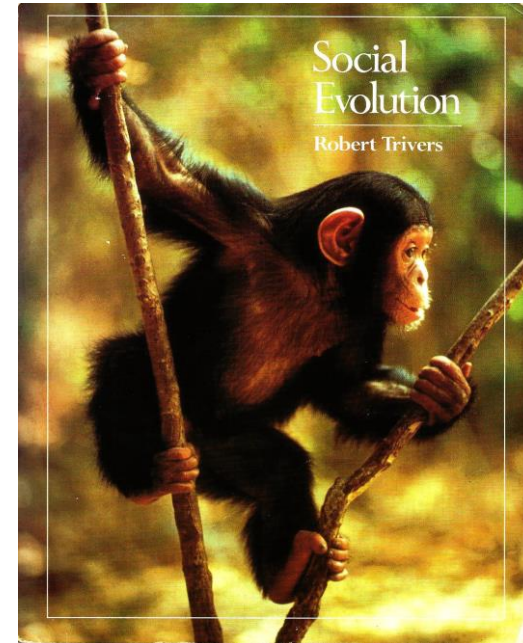


Altruismo, Eusocialità, Selezione per parentela, Neuroni specchio, Geni, Morale

Altruismo

I comportamenti altruistici in natura nascono e si diffondono per parentela, per reciprocità, per parassitismo. Sono rari: in pochissime specie animali l'interesse dell'individuo soccombe all'interesse per il gruppo.

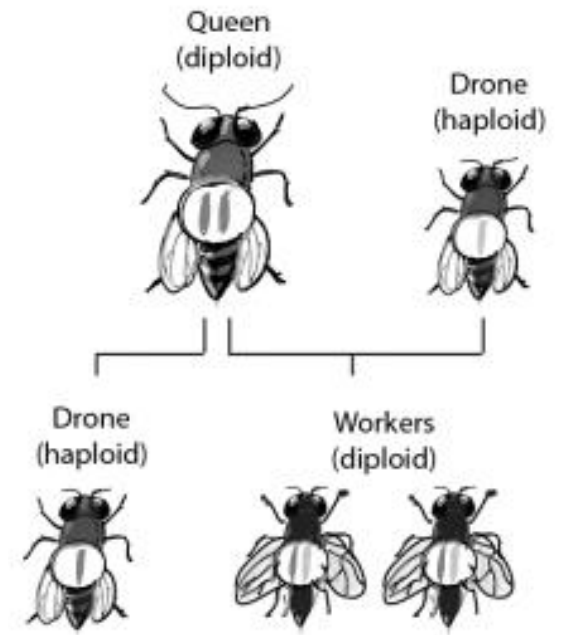
Le aggregazioni naturali di individui corrispondono spesso a famiglie dove i membri sono legati da **parentela**. La loro evoluzione è stata particolarmente studiata in alcuni insetti: vivono in gruppi organizzati e praticano l'aiuto mutuo; sono definiti **specie eusociali**.



Eusocialità

Caratteristiche. Generazioni che si sovrappongono. Divisione del lavoro con caste che rinunciano alla riproduzione. Cure parentali in un nido permanente.

Nelle api, vespe e formiche le femmine sono diploidi e i maschi aploidi (**aplo-diploidia**). Il maschio che feconda la regina produce spermatozoi con cromosomi identici: tutte le operaie possiedono gli stessi cromosomi paterni; hanno un coefficiente di parentela tra di loro superiore a quello tra madre e figli, una situazione che aumenta la frequenza dei geni per la socialità.



Fattori che la promuovono. *Genetici.* Relazione genetica tra individui entro colonia. *Ecologici.* Elevato costo della dispersione della prole. Necessità legate alla costruzione del nido. Successo riproduttivo più elevato nella famiglia che nell'individuo. Necessità di difendere un nido multigenerazionale.

E. O. Wilson ritiene che, per le sue caratteristiche, la specie *Homo* va ritenuta, a suo modo, eusociale.

Hamilton

Dopo quelli di Darwin e Mendel, il testo del 1964 di William Hamilton è stato, per lungo tempo, ritenuto, in senso evolutivo, il più importante. Proponeva la selezione per parentela (*Kin selection*).

Gene → gene migliorato → più ormone → più cure parentali → più alta frequenza del gene migliorato nella successiva popolazione. Risultato: il gene per le cure parentali viene via via a diffondersi. La selezione – o il gene – non vogliono coscientemente qualcosa; è solo il gioco delle frequenze geniche che *a posteriori* permette di stabilire che, in una colonia di insetti, chi aveva preferito i geni della regina, e non quelli di altre operaie, ha avuto una frequenza riproduttiva dei suoi geni più elevata.

L'eusocialità è comparsa una volta nelle formiche, tre nelle vespe e almeno quattro nelle api. È molto rara nei vertebrati: solo un ramo delle grandi scimmie africane ha superato la soglia dell'eusocialità.

La teoria di Hamilton è indicata come *inclusive fitness*: gli individui aumentano il loro successo riproduttivo non solo per la loro capacità di procreare, ma anche per il contributo riproduttivo dei loro parenti stretti. I due parametri vanno perciò sommati in termini di analisi dell'eusocialità.

Per questo, secondo Hamilton, le condizioni migliori per l'evoluzione dell'eusocialità sono rappresentate dall'aplo-diploidia: la casta sterile, che non contribuisce alla riproduzione della colonia, può passare i geni alle prossime generazioni aiutando la nascita di più sorelle, invece che dei propri figli. Tuttavia, la monogamia (presente in alcune specie di insetti: nella vita riproduttiva, la regina è fecondata una sola volta) è ritenuta uno stato ancestrale e una condizione importante per l'evoluzione dell'eusocialità (una critica ad Hamilton).

Wilson e la teoria della selezione multi-livello

Propone l'interazione tra forze selettive che influenzano i singoli membri di un gruppo (selezione individuale) e altri tipi di selezione tra gruppi (selezione di gruppo), dove il successo dipende dalla cooperazione tra membri ed è favorito da altruismo e reciprocità. Il lavoro originale comparve su *Nature* nel 2010. Negava, *expressis verbis*, l'*Inclusive fitness* di Hamilton. Tuttavia, più di 100 biologi difesero sulla stessa rivista le tesi di Hamilton .



Sostiene che *Homo sapiens* è specie eusociale dove i membri del gruppo sono altruisti come base per la divisione del lavoro, in questo simili a termiti e formiche. Ma l'eusocialità fu raggiunta con un processo fatto di altruismo calibrato, cooperazione, competizione, dominio, reciprocità, defezione e inganno. Egoismo e altruismo negli uomini sono due impulsi spesso in conflitto: la selezione di gruppo genera onore, virtù e dovere; la selezione individuale egoismo, codardia e ipocrisia (Wilson, 2012).

Feromoni

I Feromoni hanno giocato un ruolo nell'eusocialità. Nelle api, le ghiandole mandibolari della regina producono 5 composti volatili che controllano le operaie, inibendo la loro capacità di costruire celle per generare nuove regine e sopprimendo la loro attitudine a produrre uova. Questi feromoni volatili sono deattivati entro 30 minuti. I geni responsabili per la sintesi di feromoni derivano da antichi geni coinvolti nella riproduzione femminile e le relative vie metaboliche hanno servito come processi di base nell'evoluzione dell'eusocialità.

Conclusioni

Oggi la teoria della selezione per parentela, pur avendo limiti in casi particolari, ha un ruolo ancora forte nel discutere di eusocialità.

Anche la storia di come una specie si è evoluta e le condizioni ecologiche che l'hanno accompagnata possono aver rappresentato fattori importanti per l'origine dell'eusocialità.

E' corretto aggiungere che non sono ancora disponibili modelli teorici che dimostrano come l'altruismo possa generarsi tra individui non imparentati.

Neuroni specchio

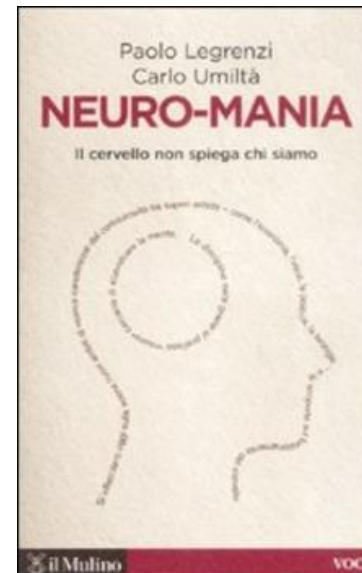
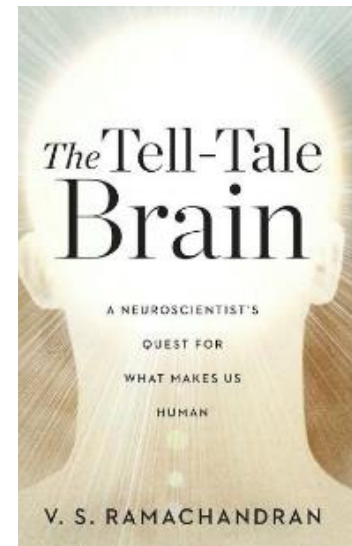
Il sorriso presuppone che “l’altro” al quale si sorride, sia programmato a intercettare il messaggio, e cioè che il sorriso si sia evoluto come parte di regole innate del comportamento **tra** individui. Parte del programma innato sono alcuni neuroni: si attivano quando si compiono gesti motori. Studiandoli, Rizzolatti e coll. a Parma, notarono che i neuroni che funzionano quando si compie una certa azione, sono attivi anche quando l’individuo guarda un altro che svolge la stessa azione. Permettono, cioè, di leggere le intenzioni degli altri, una proprietà indispensabile per la vita in comunità. Per imitazione, i neuroni specchio integrano, nella mente, quanto deriva da esperienze altrui. Una forma di determinismo biologico è quindi presente nel comportamento: i neuroni specchio suggeriscono che i codici sociali hanno uno sfondo chiaramente biologico.

Questo determinismo biologico del comportamento viene di solito dimenticato nella visione degli uomini come capaci di innalzarsi sopra la loro natura biologica definendo se stessi con le proprie idee e i codici sociali. I neuroni specchio suggeriscono, al contrario, che i codici biologici sono fondamentali.



Il sistema di neuroni specchio gioca un ruolo centrale nel prefigurarci come un'altra persona vede il mondo. Negli uomini il sistema può essersi rivolto a se stesso nella mente producendo una rappresentazione della stessa. Con questa conquista evolutiva nasce la coscienza di sè. (Ramachandran, 2011, *The Tell-tale brain*. Heinemann, London).

I neuroni specchio rappresentano una preconditione per i giudizi etici ed estetici. Queste preconditioni sono comuni a tutta la specie e rappresentano una grammatica universale per i giudizi, grammatica presente a tutti gli uomini (Legrenzi e Umiltà, 2009. *Neuro-mania*. Il Mulino, Bologna). Ma, i neuroni specchio, oltre a far compiere azioni in empatia con altri, possono anche favorire l'imitazione della violenza.

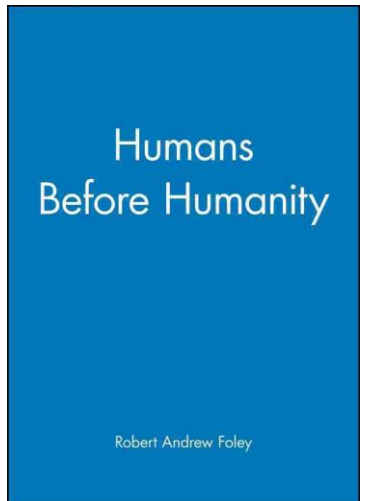


L'interazione sociale è antica

In una popolazione di cacciatori-raccoglitori della Tanzania, le reti di interazione sociale possiedono proprietà comuni con quelle delle società moderne. Includono: distribuzione dei beni, grado di associazione con altri, reciprocità, omofilia. I contatti tra persone sono facilitati dalla reciprocità e il comportamento cooperativo si estende fino al secondo grado di parentela. La distanza sociale ha la stessa rilevanza della parentela e della prossimità fisica. Conclusione: componenti delle reti sociali interattive erano presenti in epoche antiche della storia evolutiva dell'uomo (Apicella et al., 2012. *Social networks and cooperation in hunter-gatherers*. Nature 497:481).

Gli uomini primitivi praticavano la divisione del lavoro; utensili di selce e stoviglie erano preparati per tutti da particolari individui. Fare il bene agli altri è la pietra fondamentale della moralità (Darwin!).

La socialità è un carattere comune agli antropoidi. Delle 150 specie di scimmie, soltanto l'Orango vive solitario, anche se la specie vive in una rete di individui che conosce e con cui occasionalmente interagisce (Foley, 1955. *Humans before humanity*).



Amicizia e selezione naturale (Christakis e Fowler, 2014. PNAS 111: 10796).

L'amicizia tra umani è pervasiva. La preferenza per un fenotipo dipende dal genotipo: chi sceglie, ed ha varianti geniche favorevoli, riconosce *le stesse varianti* negli amici scelti.

Metodi. GWAS basata su 466,608 SNPs in 1932 soggetti che definiscono 1367 paia di amici. Calcolo del coefficiente di parentela, la probabilità cumulata che gli alleli siano identici in una coppia. **Risultati.** Gli amici sono **geneticamente** più simili tra di loro; il grado di differenza genetica è simile al coefficiente di parentela tra cugini di quarto grado. In 907 coppie dove la parentela è pari a 0, il numero di SNPs comuni è significativamente elevato. Nell'intero genoma, i genotipi ai loci condivisi da paia di amici sono stati oggetto di una recente selezione positiva. **Considerazioni.** Il riconoscimento dei simili stimola comportamenti altruistici. Negli umani, un sistema poco noto stima il grado di parentela, la distanza genetica tra sé e altri individui incontrati. I genotipi correlati geneticamente sono sotto selezione positiva per una accelerazione evolutiva: per questo la predilizione verso l'omofilia si impone quando le interazioni tra individui sono in aumento. In questo senso, nella specie umana **l'evoluzione sta accelerando** (Pinker: mai l'aggressività di Gruppo è stata così bassa).

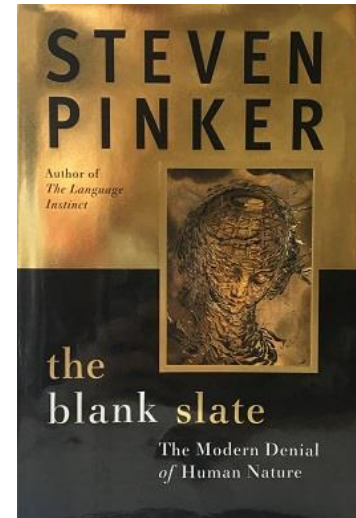
Eusocialità e moralità

La selezione per parentela introduce alla discussione di come l'evoluzione del cervello umano abbia permesso alla specie di praticare una forma avanzata di eusocialità, vissuta nella realtà e rappresentata in infinite e variabili ipotesi mentali.

L'eusocialità è in parte scritta nel DNA: ci si può chiedere se vale anche per il senso morale. Pinker (2002): *“tutti ne sono dotati, una constatazione più semplice che credere che ciascuno debba faticosamente fabbricarselo”*.

*“La nostra moralità è diversa dall'altruismo animale. Per l'atto altruistico è necessario avere credenze e obblighi morali. Gli esseri umani hanno sviluppato nel corso dell'evoluzione **proprietà biologiche** che li rendono capaci di praticare i comportamenti morali”* (Civita, 2003. Atti Convegni Lincei, 185).

La specie umana è qualcosa di unico e speciale. In particolare, le emozioni sono collegate a valori, principi e giudizi che solo gli esseri umani hanno. Inoltre, solo l'uomo è considerato un essere morale e religioso.



Perfettibilità. Se gli uomini sono guidati da geni egoisti, allora l'egoismo potrebbe essere una virtù. Ma geni che sostengono l'egoismo non corrispondono a individui egoisti (citazione da Adam Smith: è dall'egoismo del macellaio e del panettiere che viene la nostra cena, un risultato della divisione del lavoro). La paura di accettare che la natura umana possa avere caratteri poco virtuosi può essere alla base dell'accettazione di un'anima, alla nascita, senza contenuti, invece di un'anima con caratteri **innati** negativi (nel secondo caso, un fatto o azione naturale sarebbe discutibile moralmente) (Pinker, 2002).

Le leggi della genetica del comportamento. 1. Tutti i caratteri del comportamento umano sono ereditabili. 2. L'effetto dell'essere allevati nella stessa famiglia è più piccolo di quello dovuto ai geni. 3. Una frazione rilevante della variabilità di caratteri comportamentali complessi non è spiegabile in base ai geni e alla familiarità (Pinker, 2002).

Serve una spiegazione

In un libro di James Q. Wilson è presente una discussione dove si afferma che **“necessitiamo di una spiegazione non sul perché alcuni uomini sono criminali, ma invece perché la larga maggioranza non lo sono”** (Wilson, 1993. *The moral sense*. Free Press, New York). La comparsa dei sistemi morali è, quindi, peculiare dell'evoluzione umana. Inoltre, sappiamo che il bisogno di credere – persino in un Universo “fatto per noi” – è più forte di qualsiasi calcolo di probabilità del contrario, questo indipendentemente dalla reale esistenza o meno di ciò in cui crediamo” (Pievani, 2011. *La vita inaspettata. Il fascino di un'evoluzione che non ci aveva previsto*. Cortina, Milano).

Però, in questa, come in molte riflessioni sull'argomento discusso, viene evitato il punto nodale della discussione: chi ci informa sul perché il senso morale dovrebbe avere valore assoluto in assenza di una sua certificazione oggettiva? Detto altrimenti, è il nostro un senso morale universale o, per esempio, potrebbero esistere diversi sensi morali? **Si deve perciò spiegare** che **SE** in qualche modo è nato un senso morale, questo suo essere morale necessariamente implica l'esistenza di verità o entità **oggettive**.

Fine. Grazie per l'ascolto.