

L'alba della norma: un'ipotesi neuro-archeologica

Francesco Marrosu

Università degli Studi di Cagliari

Abstract: The Dawn of Norm: A Neuro-archeologic Hypothesis

As normativity is an exquisite requirement of human society, it is not surprising that its roots are also relentlessly investigated. Interestingly, a new trend of investigations has kept to consider the neurobiological evolution as a crucial player in the foundational turn-point of a novel integration between “classic” disciplines, represented by sociology and paleoanthropology with the neurosciences. These new vistas suggest that the evolution of lithic artifacts are paralleled by the social aggregation along with the expansion of brain structures. In this short essay we discuss the possibility that this process would have empowered peculiar ‘outdated’ brain structures and their networks which eventually allowed for the necessary “bootstrapping” towards the dawn of norms.

Keywords: Primordial Rules, Lithic Artifacts, Ancient Brain; Neural Networks.

Sommario: 1. Introduzione – 2. La paleo-antropologia incontra le neuroscienze – 3. Il ruolo della transizione delle condizioni di vita nel potenziamento delle capacità cerebrali – 4. Artefatti litici e sviluppo cerebrale – 5. Operatività del cervello primitivo, prima regola: rispondere alle necessità vitali – 6. Potenziamento cerebrale legato alle funzioni pratiche: ruolo della memoria – 7. Ipotesi per una paleofisiologia della motivazione – 8. Dire al cervello che la motivazione dà utili risultati: ovvero perché una qualche regola va seguita? – 9. Una conclusione provvisoria

1. Introduzione

Si è detto spesso che gli esseri umani sono peculiari nel loro comportamento in quanto “animali che agiscono alla luce di regole”¹. In effetti, benché molte specie agiscano secondo disposizioni più o meno stereotipate che appaiono come particolarmente strutturate nei primati², soltanto la specie umana ha evoluto queste disposizioni verso regole che dal tempo profondo ad oggi sono successivamente divenute un elemento cruciale nelle relazioni interindividuali³. Benché sia arduo

¹ A. G. Conte, “Nomotropismo: agire in funzione di regole” in *Sociologia del diritto*, 2000, 27(1), pp. 1–27.

² C.M. Heyes, “Theory of mind in nonhuman primates”, in *Behavioral and Brain Sciences*, 1998, 21, pp. 104-134.

³ R. I. Dunbar, S. Shultz, “Evolution in the social brain”, *Science*, 2007, 317, pp. 1344–1347.

sottostimare ruoli biologici “*hard wired*” come la genetica e, allargandoci, la loro eventuale plasticità evoluzionistico-ambientale (generalizzando, tutto ciò che oggi passa col nome di epigenetica), la naturale tendenza umana ad aderire a delle regole dovrebbe essere considerata in un orizzonte più vasto di quello derivato da una mera disposizione spontaneamente evolutasi lungo un lento corso di centinaia di millenni. In una prospettiva differente sembra più problematico e più attinente ad una ricerca impegnativa come questa, il rivolgersi verso quel punto dell’evoluzione, non necessariamente caratterizzato da un ristretto ambito temporale, nel quale la specie umana o suoi rappresentanti umanoidi si sono indirizzati verso comportamenti orientati a generiche proto-regole. Pur essendo, a questo proposito, piuttosto speculativa una qualsivoglia risposta, un approccio generale a questo cruciale argomento potrebbe cominciare con l’esaminare per quali peculiarità si sarebbero distinte le varie aggregazioni di specie umane e come tali caratteristiche potrebbero aver eventualmente favorito l’uso di regole. Inoltre, bisognerebbe proseguire col dipanare, per quanto possibile, le incertezze sul come questo processo si sia indirizzato verso una sorta di imprinting biologico che abbia reso costante nel tempo quelle attività cerebrali capaci di preferire e perseguire azioni collettive regolate e maturate in base a reciproci vantaggi invece di altri tipi di comportamenti seguiti da altre specie⁴. Una ulteriore fase del tentativo di indagare sul come e perché una proto-aggregazione sociale potrebbe aver espresso, lungo l’arco di millenni, un momento che avrebbe portato all’emergenza delle norme, necessita di uno sforzo speculativo che presuppone un “*quantum leap*” neurobiologico che andrebbe al di là della semplice pressione darwiniana del successo riproduttivo della specie e che si evidenzerebbe piuttosto in quanto elemento inclusivo di attività forgiate intorno a traiettorie evolutive più complesse ed aperte ad una capacità di astrazione non condivise con altre specie⁵.

2. La paleo-antropologia incontra le neuroscienze

Se dobbiamo prendere in considerazione gli elementi che hanno guidato il comportamento umano verso un incremento della aggregazione sociale, bisognerebbe iniziare col parcellizzare questo momento focalizzando l’attenzione verso lo studio delle relazioni interindividuali. Bisognerebbe subito notare infatti, come ogni comportamento individuale venga modellato primariamente sulla base di dinamiche reminiscenti dei classici meccanismi a retro-azione (“*feedback*”) che le azioni individuali ricevono in accordo con quelle che sono le regole del gruppo

⁴ R. I. Dunbar, C. Gambl, J. Gowlett (eds.), *Social brain, distributed mind*, Oxford University Press/British Academy, Oxford and London, 2010; R. I. Dunbar, “Evolutionary basis of the social brain”, in J. Decety, J. Cacioppo (eds.), *Oxford Handbook of Social Neuroscience*, Oxford University Press, Oxford, 2011.

⁵ H. C. Plotkin, *The role of behavior in evolution*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1998.

di appartenenza⁶. Tuttavia, questo punto di vista indirizza verso il problema di come certi meccanismi biologici abbiano, a vario titolo e con differente intensità, espletato un certo ruolo nel modellare quelle disposizioni ad accettare, nella mente di una proto-società, un nucleo di elementari regole; accettarle, non soltanto in base ad una semplice reazione avversiva derivante dalla cassazione di comportamenti in contrasto col gruppo, ma assumerle in una prospettiva che dovrebbe contenere la potenzialità di maturare ulteriori relazioni rinnovate continuamente da traiettorie decisionali multidimensionali. Nell'insieme, dunque, le conseguenze del praticare o non praticare determinati comportamenti (“*habits*”) nell'ambito di una comunità, a qualsiasi livello si sia essa evoluta, non potrebbe mai espungere quelle complesse interrelazioni tra il vantaggio del singolo in prima persona e le conseguenze sociali delle sue decisioni ed azioni⁷. Va da sé come questo problema abbia una vasta rete di correlazioni che attraversano lo spettro del rapportarsi del singolo individuo con il reciproco tra la sua posizione sociale e l'accettazione nel gruppo in base a cultura, tradizioni etniche ed eventualmente anche religiose come messo in rilievo dagli studi classici di Durkheim⁸. In una prospettiva orientata verso le scienze moderne e capitalizzando l'impetuosa avanzata delle neuroscienze, si è recentemente assistito alla pubblicazione di numerose ricerche che hanno messo a frutto la fertile integrazione tra studi antropo-paleontologici ed un loro speculativo “*reset*” in chiave neuro-archeologica come mostrano gli studi seminali di Stout⁹ e di Dunbar¹⁰ che ipotizzano, proprio nel tentativo di indagare più a fondo, come possa essere entrato in gioco un certo meccanismo neurobiologico nelle prime motivazioni interindividuali di aggregazione per scopi comuni. Tale complesso di indagini, strutturale, anatomico e neurofisiologico è quello che potrebbe aver avuto il ruolo di indirizzare il comportamento creativo dei nostri lontanissimi antenati. La risultante formazione di un qualche gruppo, perfino soltanto diadico a fini di supporto reciproco, potrebbe ipotizzare l'inizio di una qualche forma di primordiale assunzione di comportamento in base a regole. Con questo preciso scopo la neonata neuro-archeologia ha approntato gli strumenti conoscitivi che dovrebbero indagare in concreto su come particolari aree cerebrali avrebbero potuto operare nel determinare relazioni regolamentate tra ominidi. Nell'affrontare questo tema è necessario ricordare che argomentare intorno all'evoluzione delle condizioni biologiche che avrebbero anche soltanto portato ad un impercettibile ma critico

⁶ R. I. Dunbar, “*Evolutionary basis of the social brain*”, cit.

⁷ G. Lorini, F. Marrosu, “How Individual Habits Fit/Unfit Social Norms: From the Historical Perspective to a Neurobiological Repositioning of an Unresolved Problem”, in *Frontiers in Sociology*, 2018, 3.

⁸ É. Durkheim, *Les forms elementaires de la vie religieuse*, Librairie Félix Alcan, Paris, 1912; É. Durkheim, “Représentations individuelles et représentations collective”, in *Revue de Métaphysique et Morale*, 6, 1898, pp. 273–302.

⁹ D. Stout, N. Toth, K. Schick, “Acheulean toolmaking and hominin brain evolution: a pilot study using positron emission tomography”, in N. Toth, K. Schick (eds.), *The Oldowan: Case studies into the earliest Stone Age*, Stone Age Institute Press, Gosport, 2006, pp. 321–331.

¹⁰ R. I. Dunbar, “*Evolutionary basis of the social brain*”, cit.

punto di svolta sociale, presenta necessariamente passaggi ancora altamente speculativi, dato che il percorso lungo un arco di tempo profondo che ha portato ad una irresistibile pressione evolutiva dell'architettura cerebrale, essendo corredato da pochissima documentazione, potrebbe venire ulteriormente rivisto sulla base di ulteriori rivoluzionarie scoperte di artefatti o fossili o da nuovi paradigmi interpretativi semplicemente correlati a più tecnologiche metodiche d'indagine.

3. Il ruolo della transizione delle condizioni di vita nel potenziamento delle capacità cerebrali

Le modificazioni comportamentali di stili di vita hanno profondamente segnato l'assetto neurofisiologico di coloro che tali abitudini hanno cambiato e che a loro volta hanno indotto aggregazioni di un primitivo genere umano a modificare il loro comportamento collettivo. Questa tesi è sostenuta dagli studi delle modificazioni del ritmo sonno-veglia che si sono verificate a seguito del passaggio dalla vita arboricola a quella degli spazi aperti¹¹. Questa rivoluzione nella vita degli ominidi ha senza dubbio rappresentato un momento topico nella variazione del *modus operandi* delle reti cerebrali che hanno dovuto registrare questa, si immagina ancora lenta, drammatica novità. Dal punto di vista neurofisiologico si può ipotizzare come la pressione evolutiva abbia indotto modificazioni dell'architettura del sonno aumentando progressivamente la fase del sonno cosiddetto paradossale o REM (paradossale in quanto le tracce elettroencefalografiche ricordano la veglia piuttosto che l'attività lenta che domina il tracciato del sonno). L'importanza di questo passaggio ci vien fornita da studi recenti, in quanto il sonno strutturato in generale e quello REM in particolare come lo conosciamo rappresentano un formidabile "playmaker" nei passaggi biochimici e neuro-trasmittitoriali implicati nel modulare processi cognitivi¹². Gli ampi spazi al quale gli ominidi si sarebbero adattati avrebbero inoltre comportato nuove strategie di navigazione ed orientamento per spostarsi e per cacciare che hanno implicato per l'appunto lo sviluppo di strumenti neurali di navigazione e di orientamento, e la loro plastica connettività con altre strutture implicanti processi di ritenzione di memorie spazio-temporali per padroneggiare ad esempio le migliori strategie di caccia¹³. Quasi un corollario a queste considerazioni è rappresentato dal fatto che queste comunità primordiali hanno cambiato abitudini alimentari, introducendo cibi ad elevato contenuto di proteine, come la carne, un fatto questo che avrebbe rapidamente modificato le

¹¹ A. Revonsuo, "The reinterpretation of dreams: an evolutionary hypothesis of the function of dreaming", in *The Behavioral and Brain Sciences*, 2000, 23, pp. 793-1121.

¹² F. Marrosu, C. M. Portas, M. S. Mascia, M.A. Casu, M. Fà, M. Giagheddu, A.D. Imperato, G.L. Gessa, "Microdialysis measurement of cortical and hippocampal acetylcholine release during sleep-wake cycle in freely moving cats", in *Brain Research*, 1995, 671(92), pp. 329-332.

¹³ H. Bunn, L.M. Kroll, "Systematic Butchery by Plio/Pleistocene Hominids at Olduvai Gorge, Tanzania", in *Current Anthropology*, 1986, 27, pp. 431-452.

dimensioni del loro cervello¹⁴. Tuttavia, non si potrebbe ascrivere ad un mero fatto dietetico la differenza settoriale di aree specializzate che il cervello dei nostri antenati ha mostrato nei confronti di altre specie, primati inclusi. Questa ipotesi è stata suggerita dalla constatazione che, mentre altre specie hanno sviluppato circuiti neuronali al servizio di attività sensori-motorie di raffinamento, miglioramento o specializzazione di prestazioni meramente fisiche, nel cervello umano sarebbe avvenuta una “biforcazione” funzionale che ha abbandonato ulteriori superspecializzazioni in questi settori per aprirsi a strategie multimodali di applicazione sensori-motoria a geometria variabile¹⁵. Tali strategie sono documentate dalla progressiva espansione delle cosiddette aree associative e dall'abbandono di ulteriori potenziamenti delle aree puramente motorie e puramente sensitive nelle quali l'uomo è stato surclassato da moltissimi altri animali. L'espansione di aree associative, che possiedono una elevata capacità di modulazioni sinaptiche, ha determinato l'integrazione plastica tra le varie regioni cerebrali che in definitiva operano secondo moduli aperti e “inventano” soluzioni originali tra consimili¹⁶; tali livelli di astrazione cercano risposte ottimali altamente rimodulabili per risolvere problemi che le capacità sensori-motorie propongono in una prospettiva che lega le passate esperienze con la valutazione di conseguenze future di identiche o nuove soluzioni¹⁷. In una considerazione pragmatica, queste nuove acquisizioni si staccano nettamente da quelle che le più prossime analogie evolutive operano, come ad esempio accade nei primati, in quanto i livelli di integrazione, inventiva e valutazione astratta delle ricompense nella scala temporale passato-presente-futuro non sono paragonabili tra queste specie e sono tali che, come si ipotizzerà più avanti, anche nel loro aspetto fondamentale rappresentano caratteristiche necessarie e sufficienti per una ipotesi di successive aggregazioni sociali.

4. Artefatti litici e sviluppo cerebrale

Dovendo situare in una cornice pragmatica quanto delineato, è altamente probabile che l'ordine di causalità nella progressione di specifiche potenzialità operative del cervello dei nostri antenati abbia richiesto il potenziamento di specifiche connessioni neurali in un lungo percorso di adattamento evolutivo scaturito dalle richieste che via via si ponevano entro diverse nicchie ecologiche. Nel ruolo di

¹⁴ L.C. Aiello, P. Wheeler, “The Expensive-Tissue Hypothesis: The Brain and the Digestive System in Human and Primate Evolution”, in *Current Anthropology*, 1995, 3, pp. 199-221

¹⁵ A. Leroi-Gourhan, *Le geste et la parole*, A. Michel, Paris, 1964.

¹⁶ R. E. Passingham, I. Toni, M. F. S. Rushworth, “Specialization within the prefrontal cortex: the ventral prefrontal cortex and associative learning”, in *Experimental Brain Research*, 2000, 133, pp. 103-113.

¹⁷ A. Rangel, C. Camerer, P. R. Montague, “A framework for studying the neurobiology of value-based decision making”, in *Nature Reviews Neuroscience*, 2008, 9, pp. 545-556.

adattamento alle condizioni operative che nella loro estensione semantica includono le dinamiche del gruppo e quindi almeno un nucleo di disposizioni di convivenza, un ruolo cruciale è quello attribuito appunto alle aree cerebrali situate nelle vaste regioni associative, prime fra tutte quelle prefrontali e del cingolo anteriore¹⁸. Tenute presenti queste considerazioni è possibile che tali aree ad un certo punto della storia abbiano giocato un duplice ruolo nello sviluppo del cervello umano in quanto la realizzazione degli artefatti ritrovati richiama implicitamente alla osservanza di certe regole ed al fatto che queste non possano essere considerate avulse da una qualche forma sociale di aggregazione, se non altro per un utilitaristico apprendimento di tecniche o di correlate strategie di caccia sottese ad esempio da certe peculiari caratteristiche dell'oggetto etc. A questo punto tuttavia si pone un problema importante che si potrebbe sintetizzare nella domanda sul come sia avvenuto il progressivo miglioramento delle abilità artigiane nel costruire, maneggiare e sfruttare gli artefatti litici come l'ascia, un oggetto che mostra una lunghissima evoluzione che si calcola con approssimazione dal periodo Oldowano (ca. 2.5M-1.8M) a quello Acheuleano (ca. 1.7M-400000)¹⁹; si tratta di un'estensione temporale notevole della quale però non abbiamo alcun fossile che possa entrare nel dettaglio sull'estensione delle aree cerebrali messe in gioco da tali procedure. A questo punto però diventa cruciale discutere su quello che è il risultato di un tale esame in uno dei primi e meglio conservati crani fossili datato a 300.000 anni fa (cranio di Jebel Irhoud, dalla località nordafricana del ritrovamento²⁰) che mostra come, proprio quelle aree che oggi stimiamo a ragione essere deputate alla previsione di azioni future e che danno il contributo più importante alla creatività, ebbene, proprio quelle aree sono quasi assenti come si deduce dalla conformazione di questo, ed altri meno conservati, crani fossili. Questi, infatti, mostrano invariabilmente una particolare profondità del piano orbitale che dà pochissimo spazio ad un cervello come quello moderno centrato sullo straordinario sviluppo delle aree prefrontali in confronto con altre specie consimili. Questa semplice osservazione pone daccapo il problema sul come abbia potuto sorgere e progredire l'orientamento pragmatico di regole o di vere e proprie norme senza quei supporti neuroanatomici che oggi le prove sperimentali neurofisiologiche e cliniche considerano come di capitale importanza nella genesi di tali processi.

¹⁸ J. Powell, P. Lewis, N. Roberts, M. García-Fiñana, R.I. Dunbar, "Orbital prefrontal cortex volume predicts social network size: an imaging study of individual differences in humans", in *Proceedings of the Royal Society B*, 2012, 279, pp. 2157–2162; J.W. Lewis, "Cortical networks related to human use of tools", in *Neuroscientist*, 2006, 12, pp. 211–231.

¹⁹ S. Semaw, "The World's Oldest Stone Artefacts from Gona, Ethiopia: Their Implications for Understanding Stone Technology and Patterns of Human Evolution Between 2.6-1.5 Million Years Ago", in *Journal of Archaeological Science*, 2000, 27, pp. 1197-1214.

²⁰ E. Bruner, O. Pearson, "Neurocranial evolution in modern humans: the case of Jebel Irhoud 1", in *Anthropological Science*; 2013, 121(1), pp. 31-41.

5. Operatività del cervello primitivo, prima regola: rispondere alle necessità vitali

A dispetto della massa ridotta delle aree cerebrali dei nostri lontani antenati, confrontate con quelle del cervello attuale così come le conosciamo, bisogna premettere dai fatti che il cervello primitivo, oldowano, acheuleano o quello del proprietario del cranio di Jebel Irhoud, seppure con le sue drastiche riduzioni delle aree associative è stato capace di operare un progressivo affinamento di artefatti litici indispensabili (come l'ascia bipenne). Tale affermazione risulta anche dal rapporto tra queste tecniche e le abilità artigianali dei giorni nostri nella riproduzione di questi artefatti litici costruiti con gli stessi mezzi di lavoro, in quanto da tale paragone essi risultano sorprendentemente sovrapponibili; questo punto è di un certo interesse poiché a tale conclusione si è arrivati anche attraverso la misura dello sforzo cerebrale nella simulazione di tali artefatti nelle versioni oldowana ed acheuleana. A tal proposito si sono esaminate le registrazioni di attività cerebrale effettuate con una apparecchiatura che misura il consumo di ossigeno nelle aree corticali [PET, *positron emission tomography*], sul cervello di esperti artigiani istruiti sulla costruzione di asce secondo le due tecniche appartenenti alle epoche menzionate. Si è potuto vedere come le aree cerebrali impegnate, come ci si aspettava, differiscano a seconda della complessità di lavorazione. Nel primo caso, infatti, (tecnica Oldowana) si aveva una ridotta implementazione di aree cerebrali rispetto alla seconda (tecnica Acheuleana) che poneva in essere attività metaboliche di strutture devolute a compiti più astratti²¹. Tuttavia, questi esperimenti sono utili solo per indicarci i vari livelli di complessità nell'eseguire tali manufatti. Questi studi, infatti, non potrebbero esser presi alla lettera per i nostri scopi in quanto il cervello moderno si serve di risorse che quello antico chiaramente non aveva; nondimeno essi ci fanno capire come per compiti simili (costruire un'idea di ascia), la progressiva complessità tecnica dell'artefatto determini un impegno di aree vieppiù numerose e, verosimilmente, altamente interconnesse. Quindi, a dispetto della riduzione di larghe porzioni di corteccia frontale e di aree associative, il progressivo lentissimo evolvere della tecnica dell'artefatto litico, pur costellato da lunghe pause di stasi tecnica²² suggerisce come, nonostante la quasi assenza di quelle specifiche regioni cerebrali attivate negli esperimenti moderni, altre zone devono aver avuto il controllo di questi lenti ma progressivi miglioramenti. Bisogna annotare come la neuropatologia abbia nel tempo accumulato studi classici che hanno mostrato come soggetti con lesioni delle aree frontali e prefrontali mostrino un grossolano difetto esecutivo per quelle funzioni che richiedono una complessa procedura di cui fa parte una pianificazione

²¹ D. Stout, N. Toth, K. Schick, "Acheulean toolmaking and hominin brain evolution", cit.; D. Stout, N. Toth, K. Schick, T. Chaminade, "Neural correlates of Early Stone Age tool-making: Technology, language and cognition in human evolution", in *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2006, 363, pp. 1939-1949.

²² S. Semaw, *op. cit.*

del lavoro e, comunque, mostrino deficit esecutivi nelle azioni orientate verso uno scopo²³. Tuttavia, “modelli interni di oggetti” nei termini delle loro proprietà fisiche e loro correlazioni causali, possono essere organizzate ottimamente in certe aree della corteccia parietale e/o temporale²⁴ senza coinvolgere le aree associative prefrontali, o coinvolgendole soltanto minimamente. La variazione più interessante che si potrebbe dedurre dai due tipi di lavorazione dell’ascia litica è probabilmente la sua vocazione ad un utilizzo multimodale, compito che diventa via via più ampio man mano che si procede nel tempo. Questa progressione dal concreto all’astratto correla la rappresentazione interiore dell’oggetto con il mondo esterno e le sue possibili relazioni con l’oggetto. Poiché in termini neurofisiologici queste aree hanno la stessa identica funzione negli altri primati, la differente capacità combinatoria di possibili soluzioni tipica della specie umana fa pensare che intrinseche caratteristiche neuronali (come architettura dei canali, costante di tempo durante l’eccitazione, conduttanza della membrana ecc.) siano caratteristiche delle cellule neuronali umane differenti da quelle di altre specie. Tali differenti specifiche proprietà strutturali e submicroscopiche si rifletterebbero naturalmente nella peculiare integrazione di reti neurali che in definitiva allargano il campo semantico della rappresentazione degli oggetti²⁵, aprendosi ad una modalità molto più ricca di soluzioni rispetto a quella che occorre nei primati. In supporto a queste osservazioni, studi clinici hanno mostrato come lesioni delle aree parietali e temporali sinistre (normalmente dominanti) causino un’importante alterazione nella scelta di nuovi oggetti che servono per eseguire un particolare compito che termina con un fine preciso, mentre individui con lesioni destre (normalmente: emisfero non dominante), non differiscono dai controlli, una specializzazione questa che nella specie umana presenta una elevata sofisticazione. L’osservazione più interessante in questo contesto è lo scarso rilievo che invece ha in questo compito il lobo frontale²⁶. Alla luce di questi dati è necessario considerare come altri elementi come la memoria di lavoro abbiano avuto nella specie umana un ruolo decisamente superiore a quello di altre specie e che per questo fatto bisogna considerare come altre aree, rispetto anche ad altri primati seppur con qualche contrasto²⁷, siano entrate a far parte di una ipotetica rete operativa che potrebbe aver svolto compiti cruciali in assenza di buona parte del lobo frontale.

²³ S.H. Johnson-Frey, “The neural bases of complex tool use in humans”, in *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 2004, pp. 71–78.

²⁴ J.W. Lewis, *op. cit.*; T. Shallice, “Specific impairments of planning”, in *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 1982, 298, pp. 199-209.

²⁵ S.H. Johnson-Frey, *op. cit.*

²⁶ P.A. Lewis, R. Rezaie, R. Browne, N. Roberts, R.I. Dunbar, “Ventromedial prefrontal volume predicts understanding of others and social network size”, in *Neuroimage*, 2011, 57:1624–1629

²⁷ S.S. Putt, S. Wijekumar, R.G. Franciscus, J.P. Spencer, “The functional brain networks that underlie Early Stone Age tool manufacture”, in *Nature Human Behavior*, 2017, 1, pp. 1-8.

6. Potenzamento cerebrale legato alle funzioni pratiche: ruolo della memoria

Nel considerare l'aspetto neurofisiologico di un ipotetico cervello primitivo "ridotto" prevalentemente ad attività parieto-temporali, per arrivare a formulare l'ipotesi di uno stretto legame tra miglioramento di attività pratiche e necessità di codificarle, dobbiamo introdurre un importante fattore che è quello di una memoria ben collegata tra queste aree. La memoria è certamente una funzione molto presente in tutte le specie evolute o meno ed anzi, alcune specie "inferiori" mostrano una memoria di gran lunga sorprendentemente superiore alla specie umana di era moderna. Tuttavia queste operazioni, come ad esempio il rintracciamento di noci nascoste anche in molte decine di siti da parte di scoiattoli²⁸ è superiore alla memoria umana solo settorialmente. La capacità di organizzare ricordi e di elaborarli è senza dubbio grandemente sviluppata nella nostra specie probabilmente fin dalla sua differenziazione. La struttura che ha un ruolo cruciale in queste attività di coordinazione della memoria è l'ippocampo. Gli studi su questa struttura hanno chiarito il ruolo centrale delle connessioni ippocampali con la neocorteccia e la grande ricchezza di queste connessioni²⁹. È ipotizzabile che la memoria, (in questo caso memoria di lavoro) abbia giocato un ruolo fondamentale nell'induzione di un comportamento secondo un minimo di regole che, necessariamente, sono state inizialmente e forse per molto tempo, applicate relativamente ad aspetti pratici, come procedere con l'uso di determinate tecniche, come migliorare precedenti modelli ecc. Contemporaneamente si potrebbe ipotizzare che a questo punto attività fortemente legate alla sopravvivenza, come ad esempio quella della caccia, possano aver contribuito ad un deciso salto tecnico dovuto all'introduzione ed al progressivo miglioramento di artefatti che hanno incrementato, anche drammaticamente, le prestazioni in tale settore³⁰. Questi passaggi che, a giudicare dal raffinamento delle tecniche litiche sono avvenute in molte centinaia di migliaia di anni, hanno determinato la lenta necessità di operare secondo regole pratiche che potrebbero aver preceduto quelle a sfondo maggiormente "morale". Si può ipotizzare che un primo set di regole tecniche sia stato seguito più spontaneamente ("se non costruisci un'ascia così e così potresti non mangiare"). Successivamente le attività consociative legate alla caccia potrebbero aver messo in moto meccanismi di patteggiamento condiviso tra gruppi, come suggerito da alcuni studiosi ("*shared intentionality*"³¹), che avrebbero motivato le primitive comunità a stabilire che certe azioni essenziali per la sopravvivenza sono più vantaggiose se praticate con regole comuni.

²⁸ G. Goldenberg, S. Hagmann, "Tool use and mechanical problem solving in apraxia", in *Neuropsychologia*, 1998, 25, pp. 581-589.

²⁹ H. Bunn, L.M. Kroll, *op. cit.*

³⁰ I.M.V Macdonald, "Field experiments on duration and precision of green and red squirrel spatial memory", in *Animal Behavior*, 1997, 54, pp. 879-891.

³¹ B. Opitz, "Memory function and the hippocampus", in *Frontiers in Neurology*, 2014, 34, pp. 51-59

7. Ipotesi per una paleofisiologia della motivazione

Proseguendo con un decorso neurofisiologico inverso rispetto alla funzione delle strutture esaminate, cioè dando al nostro discorso un andamento “corticofugo” abbiamo supposto che una base per praticare elementari regole possa risiedere in un dettato utilitaristico dove la memoria ha un ruolo importante e le strutture parieto-temporali possono in queste circostanze estreme vicariare le complessità motivazionali proprie delle moderne aree prefrontali³². Allontanandoci appunto dalle funzioni corticali, ad un gradino più basso ma indispensabile in questo contesto, un importante nucleo della complessità finalistica è riconosciuto essere quello dell’azione, la quale si avvale di circuiti specializzati nel reiterare istanze motorie a livelli pre-comprensivi. Tali strutture sono quelle attive nei gangli della base la cui funzione nella destrezza motoria anche di tipo imitativo è stata a lungo studiata. Pur non essendo questa la sede più idonea per illustrare tutte le funzioni di questi complessi circuiti, essi appaiono, insieme a quelli del cervelletto con i quali hanno in comune alcuni relais talamici che poi finiscono per essere integrati in diverse aree corticali, come ingredienti indispensabili nella creazione e mantenimento delle abitudini. In altre parole, pur non essendo dei circuiti neuronali di per se “senzienti”, essi strutturano le sequenze motorie che poi senzienti lo diventeranno entrando a far parte di circuiti corticali³³. Nel nostro caso, è altamente probabile che sequenze motorie organizzate ed esprimenti una gestualità finalistica, ricevano permessi di “transito” verso una sistematizzazione corticale che li includerà in un sistema di memorie qualora fosse ravvisata una loro intrinseca utilità. In questa operazione potrebbe essere utile il ruolo di un’area associativa a funzione di hub integrativo che, contrariamente alle aree motivazionali frontali, è situata posteriormente all’incrocio tra aree occipitali, parietali e temporali, la cui funzione è stata estesamente studiata nelle integrazioni tra le regioni che correlano per esempio lo schema corporeo alle funzioni visive ed uditive ed alla memoria che è nota come precuneo³⁴.

³² M. Tomasello, *Origin of human communication*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 2010; E. Ciaramelli, C. L. Grady, M. Moscovitch, “Top-down and bottom-up attention to memory: a hypothesis (AtoM) on the role of the posterior parietal cortex in memory retrieval”, in *Neuropsychologia*, 2008, 46, pp. 1828-1852.

³³ E. Heleven, F. Van Overwalle, “The neural basis of representing others’ inner states”, in *Current Opinion in Psychology*, 2018, 23, pp. 98-103

³⁴ A. M. Graybiel, “Habits, rituals, and the evaluative brain”, in *Annual Review of Neuroscience*, 2008, 31, pp. 359–387.

8. Dire al cervello che la motivazione dà utili risultati: ovvero perché una qualche regola va seguita?

Un ultimo passo in questa incompleta esposizione sulla possibile nascita di regole è rappresentato dall'ipotizzare su una base di ricompensa interna/esterna che, anche in ambito protosociale, il praticare una regola sotto spinta motivazionale sia la cosa giusta da perseguire. Si potrebbe speculare che, una volta che disposizioni operative, siano esse quelle della costruzione di un'ascia o della maniera migliore di usarla in caccia, abbiano prodotto un certo effetto positivo ed anche se inizialmente tali disposizioni hanno riguardato un ambito strettamente pragmatico, esse avranno alte probabilità di venire seguite. La parte utilitaristica di questi comportamenti potrebbe sfumare lentamente verso disposizioni di tipo morale dato che gli interrogativi di base sono contenuti nella finalizzazione di un'azione. Chiaramente, col procedere delle capacità di un cervello sempre più attrezzato in questo settore, la comparsa di estese aree prefrontali ha fatto aumentare l'astrazione dei meccanismi interni deputati alla correzione di errori previsionali³⁵, una funzione che difficilmente potrebbe essere ipotizzata negli ominidi. Tuttavia, anche se questa versione "moderna" di sviluppo cerebrale porterebbe la nostra tematica molto oltre il rapido excursus che ci siamo proposti, non appare troppo speculativo ritenere che i processi evolutivi delineati, opportunamente incardinati in un sistema minimale neurofisiologico dettato da orientamenti fortemente necessitati dall'azione, siano stati in qualche modo possibili. Tale possibilità potrebbe essersi rafforzata nel tempo grazie all'azione di un neurotrasmettitore che è considerato la chiave d'accesso di tutti i sistemi di rinforzo di azioni basate sulla ricompensa ("rewarding")³⁷. Tale neurotrasmettitore è la dopamina che si trova in cruciali aree dei gangli della base e delle strutture ad esso correlate e che ha senza dubbio avuto un ruolo nei rinforzi di azioni seguite da risultati positivi³⁶. Se si guarda alla possibilità che risultati positivi potrebbero facilmente verificarsi a seguito di un certo comportamento corretto, tale evenienza si può tradurre nell'acquisizione di una reiterazione di ricompensa che avrebbe una sua rete neurale di espressione in quella plasticità di connessioni intersinaptiche neurali che rafforza i suoi collegamenti attraverso il rilascio dopaminergico³⁸.

9. Una conclusione provvisoria

Quanto esposto rappresenta un tentativo più speculativo che ipotetico di fornire un supporto teorico che vorrebbe situare in un contorno razionale, ragionando su alcune basi neurofisiologiche assodate, le origini di quelli che potrebbero essere

³⁵ A. Cavanna, M.R. Trimble, "The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates", in *Brain*, 2006, 129, pp. 564-583.

³⁶ P.R. Montague, T. Lohrenz, "To detect and correct norm violation and their enforcement", in *Neuron*, 2007, 56, pp. 185-196.

stati i primi “bagliori” di un comportamento orientato verso un qualche nucleo di regole. Si è cercato di ragionare sulla possibile esistenza di strutture neurali in grado di giocare un ruolo importante, se non cruciale, nell’orientare l’organizzazione di circuiti neurali molto più “aperti” di quelli che si sono solidificati come relativamente fissi negli altri animali, primati compresi, o che sono stati mobilitati forzatamente nei laboratori con protocolli sperimentali. Si potrebbe suggerire, sempre in modo del tutto speculativo, che la mancanza di gran parte della corteccia prefrontale, fatto assodato fino ad almeno 300.000 anni fa, abbia avuto una compensazione in altre strutture con reti neuronali che hanno avuto uno sviluppo superiore a quello di altri primati per una sorta di sconosciuto “bootstrap” che si è verificato nell’acquisizione di abilità manuali, anche se non è possibile comprendere come l’operatività di questi protocervelli abbia trovato la via di eventuali logiche condivise inter-individualmente. Le disposizioni legate al affinamento di tecniche litiche, le conseguenze comportamentali del loro impiego e le successive ulteriori eventuali regole per attenersi a tali sviluppi e migliorarli, devono aver avuto un loro “*zeitgeist*” quando queste proto-comunità avrebbero realizzato un vantaggio tra certi comportamenti ed un successo evolutivo (migliore tecnica di caccia, procacciamento di cibo ecc.). Certamente potrebbero avere concorso fattori genetici ed epigenetici, quali lo sviluppo della manualità con opposizione del pollice, modificazioni progressive della mandibola e della laringe per liberare gli arti superiori ed emettere vocalizzazioni per comandi o avvertimenti¹⁵ ma non abbiamo possibilità di comprendere come eventualmente tali modificazioni si siano sviluppate. Infine, nell’espone la nostra ipotesi abbiamo seguito un metodo di ricerca che è stato molto fruttifero nella paleontologia, noto come metodo clastico o a ramo d’albero. Secondo questo metodo abbiamo cercato di dedurre le “condizioni” che avrebbero potuto dare avvio all’alba delle norme da quelle strutture neurali senza le quali non sarebbe stato possibile porre mano ad artefatti litici evoluti ed abbiamo ragionato sulle conseguenze che tali procedure avrebbero causato educando plasticamente nuovi circuiti cerebrali. Un corollario per questa provvisoria conclusione è quella di introdurre una pacata critica ad eventuali punti di vista che vorrebbero stabilire ragionamenti sociologici in cervelli dal meccanismo sconosciuto ed ipotizzare dinamiche di aggregazione logiche ai fini di un ragionamento accademico ma difficilmente rispondenti a quelle operanti in circuiti neurali sconosciuti.