

# Sistemi neurali complessi: dagli oceani, una lezione per le aziende



In un [bell'articolo](#) per la [London Review of Book](#), Amia Srinivasan, filosofa specializzata in epistemologia della scienza e [docente all'Università di Oxford](#), ha analizzato nel dettaglio la fisiologia di un affascinante protagonista del regno sottomarino, il polpo, concentrando in particolare le proprie riflessioni sul funzionamento del sistema nervoso di questo singolare animale.

Il polpo è un animale tanto straordinario quanto poco conosciuto nelle sue peculiari caratteristiche: il suo corpo è costituito esclusivamente da tessuti molli, senza ossa, e senza una forma fissa predefinita; il polpo gigante del pacifico, che è la più grande specie conosciuta, con un'apertura massima delle sue braccia di circa 6 metri e quasi

50 chili di peso, può passare da fessure larghe due centimetri e mezzo; il polpo può sollevare senza alcuno sforzo con ognuna delle sue 1.600 ventose pesi da oltre 10 chilogrammi; tutte le specie di polpi hanno tre cuori che pompano sangue di un curioso colore verde-azzurro; dispongono di un particolare sifone tubolare che usano per una specie di propulsione a getto, che permette all'animale di allontanarsi rapidamente da zone di pericolo, ma anche per difendersi con robusti schizzi di inchiostro scuro; il polpo non ama la cattività, prova ne sia che vi sono innumerevoli racconti di ricercatori scientifici che hanno documentato i tentativi di "evasione" di polpi dai laboratori, ad esempio attraverso i tubi di scarico dei servizi igienici, oppure tentativi di vero e proprio sabotaggio, tappando le valvole delle vasche e allagando così i laboratori stessi; inoltre, non hanno un colore stabile e fisso, nel senso che possono cambiare la propria dominante cromatica e mimetizzarsi agevolmente con qualunque superficie, fino a diventare quasi invisibili, ma altresì cambiano colore anche in base al proprio "umore" (ad esempio, alcune specie di polpi diventano bianchi se carezzati a lungo); inoltre, gli esperimenti dimostrano che il polpo prova sofferenza e angoscia e percepisce il dolore, ovvero protegge le parti del corpo ferite e non ama essere toccato vicino alle lesioni. Inoltre, i polpi sono a loro modo *gourmand*, ovvero hanno uno spiccato senso del gusto e dell'olfatto, per nulla comune negli organismi marini.

Ma gli aspetti più intriganti – scrive la Srinivasan – sono relativi al particolare cervello di questo cefalopode, alle sue caratteristiche e alle modalità di funzionamento. Contrariamente alla narrazione dominante in letteratura e in cinematografia, che oscilla tra piovre giganti assassine e viscidì polpi strangolatori, in realtà il carattere del polpo è tendenzialmente mite e curioso: sono documentati casi di polpi che si sono avvicinati a esploratori subacquei e li hanno "raggiunti" con una delle loro braccia, agganciati in modo delicato e stupefacente, e portati a fare una breve

passeggiata nell'ambiente circostante, per poi lasciarli andare per la propria strada. In laboratorio, i polpi si adattano facilmente a situazioni inedite, riescono a orientarsi nei labirinti, usano la propria memoria per risolvere semplici rompicapi, imparano a svitare i coperchi dei barattoli per procurarsi del cibo (anche quelli testati "a prova di bambino").

Il sistema nervoso centrale del polpo conta un totale di circa mezzo miliardo di neuroni, pochi rispetto ai 100 miliardi del cervello umano, ma allineato come massa a quello del miglior amico dell'uomo, tutt'altro che ottuso, il cane, e vanta inoltre un elevato rapporto tra volume cerebrale e volume corporeo: un indizio prezioso, dal punto di vista evoluzionistico, per comprendere quanto questo animale, ci ricorda la Srinivasan nel suo articolo, "*investa sulla propria attività cognitiva*".

In realtà, il cervello del polpo ha poco a che vedere con la struttura del sistema nervoso degli altri animali: buona parte dei suoi neuroni e delle sue sinapsi, sorprendentemente, sono all'esterno della sua testa, ovvero sono sparsi sulle sue braccia, come anche nelle sue ventose, in quanto conta oltre 10.000 neuroni per ognuna di esse. Tramite le braccia, quindi, il polpo percepisce saperi e odori e vanta anche una memoria locale a breve termine. Le braccia vantano una notevole autonomia, prova ne sia che un braccio di polpo tagliato chirurgicamente può continuare a tendersi, cambiare colore per mimetizzarsi e anche afferrare oggetti; tuttavia, il suo sistema nervoso centrale può riprendere il controllo della situazione, all'occorrenza. Inoltre, i polpi hanno percezioni visive in tutto il proprio corpo, in quanto – sottolinea la Srinivasan – "*si è scoperto che i polpi hanno fotorecettori non solo negli occhi ma anche nella pelle, che manda al cervello le informazioni ambientali ricevute ma è anche in grado di elaborarle da sé*".

Un corpo fisico "di per sé intelligente e pensante" nella sua

totalità, ci ricorda Peter Godfrey-Smith – filosofo, professore all'Università di Sidney e scrittore di un affascinante volume sull'origine profonda della coscienza di sé nel mondo animale, nonché esperto sommozzatore che da molti anni studia proprio i polpi – e non un mero esecutore degli ordini del cervello: una struttura neurale assai interessante da analizzare, specie per chi si occupa di studiare sistemi e comportamenti complessi. Inoltre, una chiave di lettura anche per chi studia medicina dei sistemi, ovvero le regole che governano la sinergica correlazione che esiste tra tutti – nessuno escluso – gli organi che compongono il corpo umano, nonché la funzione del microbiota intestinale in grado di condizionare il funzionamento del nostro cervello. Tematiche queste che incrociano l'affascinante disciplina dell'epigenetica, che studia lo stretto rapporto esistente tra l'intero organismo umano e l'ambiente, e, per contro, vorrei aggiungere, il ruolo del genere umano come fattore di condizionamento – culturale e non solo – dell'intero Pianeta, in circolo virtuoso dagli anelli così strettamente concatenati da risultare semplicemente inscindibile.

Un particolare filo rosso mi pare colleghi la fisiologia del sistema nervoso del polpo con i meccanismi di funzionamento delle organizzazioni complesse, le aziende in particolare, che tanta importanza hanno nel mantenimento dell'omeostasi della nostra società e dal cui corretto funzionamento dipende anche il grado di entropia della stessa.

La già citata medicina dei sistemi è l'applicazione della Teoria dei sistemi alla più moderna medicina, e assimila la complessità degli organismi viventi a una *rete di reti*, composta da genoma, molecole, cellule, organi, andando oltre, fino all'ambiente che circonda l'organismo e alla potenziale influenza sul corpo umano delle reti create dagli individui nelle società.

I sistemi biologici, e i percorsi e gli elementi al loro interno, sono infatti dotati di una miriade di connessioni

organizzate in reti tipiche; nel rispetto dei modelli validati da Ludwig Von Bertalanffy, padre di questa teoria, l' organismo umano andrebbe appunto interpretato come un sistema complesso le cui parti sono fortemente dipendenti l' una dall' altra.

Come ho ricordato nel mio recente saggio dal titolo Apri la tua mente, il celebre biologo austriaco ne diede una definizione a mio avviso straordinaria: “*L'organismo vivente è un sistema di flusso in equilibrio dinamico*”, ovvero è un network aperto in comunicazione diretta con l'ambiente esterno, all'interno del quale fluiscono continuamente fattori perturbatori e stressori, ma che è in grado di adattarsi in continuazione agli stimoli endogeni o esogeni, mantenendo appunto un proprio equilibrio, che in medicina chiameremmo stato di salute.

I ricercatori si sono chiesti a lungo come avvenisse la “conversazione” fra le cellule, domanda alla quale è stato possibile rispondere solo recentemente, rivalutando l'importanza del tessuto connettivo, la matrice cellulare, nella quale i microtuboli delle cellule sono immersi, *embedded*. Matrice che è appunto fondamentale, perché se essa rimane plastica, morbida e permeabile, facilmente le molecole messaggere – ormoni, neuropeptidi, citochine, etc. – potranno attraversarla; se – viceversa – la matrice è rigida, ovvero anziché una “gelatina idratata” diventa, per usare una metafora, un “gomitolo infeltrito”, le molecole che da una cellula dovranno arrivare a un' altra, come una parola che viaggia nell' aria, non riusciranno a muoversi con la necessaria velocità ed efficacia, e non giungeranno alla cellula destinataria, stimolandola come desiderato.

Una domanda allora potrebbe sorgere spontanea: serve “urlare”, per inviare messaggi in modo adeguato? A livello cellulare certamente no, il “volume” con cui comunicano tra loro le cellule è molto basso: le cellule “sussurrano” tra loro, grazie a quantità infinitesimali – picogrammi – di ormoni e

molecole messaggere. Aspetto, questo, assai interessante perché un'azienda comunica costantemente al proprio interno con le persone, e poi con gli *stakeholder* esterni a essa, ma se lo spazio attraverso il quale viaggia la comunicazione, che connette le varie sezioni dell'organigramma di un'organizzazione e poi le varie organizzazioni tra loro, non è plastico e non è pulito, il miglior messaggio, per quanto più accattivante e motivante, non verrà correttamente percepita dal ricevente.

È bene ribadirlo: la vita stessa – in effetti – è comunicazione, principio di stingente attualità anche all'interno delle organizzazioni sociali e aziendali. Non solo le singole cellule di un organismo – biologico o sociale – dialogano fra loro, ma esse dialogano anche con l'esterno, esattamente come, all'interno di un organigramma aziendale, ogni singolo componente deve essere posto in condizione di dialogare sia verticalmente che orizzontalmente con gli altri membri del gruppo, secondo un modello più vicino a un modello sociometrico di Moreno, nel quale ogni punto è connesso anche con gli altri, che non a una stella tradizionale che prevede connessioni solo con il proprio centro, intuizione questa che si scontra con la quali totalità dei tradizionali paradigmi che regolano il fluire delle informazioni, dei pesi e dei rapporti di forza all'interno delle aziende.

Proseguendo nell'analisi delle analogie tra i sistemi biologici e quelli sociali come le aziende, possiamo affermare che un *tessuto umano* sottoposto a continui fattori stressori, competitivo, fortemente gerarchizzato, vittima di stili di gestione vecchia maniera, centralizzati, ossessivamente controllati fin nei minimi dettagli a totale detimento della creatività del singolo componente del gruppo, vedrà ridursi la capacità di sopravvivenza dell'intera organizzazione, che trae linfa vitale anche dell'espressione delle peculiari competenze di ognuno dei suoi membri.

Come le tossine, inquinando la matrice extracellulare limitano

la funzionalità delle cellule e la corretta comunicazione all' interno dei sistemi biologici, egualmente varie *male pratiche* nella gestione della risorse umane, della comunicazione interna e della costruzione di relazioni tra i vari settori dell'organigramma aziendale, possono alterare la corretta circolazione delle informazioni all' interno delle imprese, limitando la loro capacità di raggiungere gli scopi per i quali sono state all'origine create.

Mi piace ricordare che le più recenti scoperte scientifiche dimostrano che un ruolo chiave nella gestione di questo complesso tipo di relazioni è ricoperto – sorprendentemente – dalle *emozioni*, che potrebbero essere classificate come *molecole sine materia*. Le cellule infatti non sono sensibili solamente al contatto con una molecola, ma anche agli stimoli generati delle emozioni, che possono stimolare a loro volta la produzione di molecole messaggere. Nel 2006, la rivista scientifica *PsycoNeuroEndocrinology* ha pubblicato a tal proposito un lavoro molto interessante, che ha dimostrato come aumentati livelli plasmatici di NGF – il *Nerve Grown Factor*, il fattore di crescita scoperto da Rita Levi Montalcini, che mantiene giovane e plastico il cervello – sono associati con condizioni di amore romantico passionale negli stati precoci; il passaggio a un livello d' interazione superiore, da micro a macro, con l' ipotesi di oltre sette miliardi di esseri umani interdipendenti che comunicano tra loro armonicamente anche grazie alle *molecole sine materia* costituite dalle emozioni, è assai affascinante come ipotesi di studio. D' altra parte, il banale stato di collera e irritazione tra individui o tra gruppi d'individui porta con sé modificazioni fisiologiche negative – confermate da innumerevoli studi scientifici – come la produzione di cortisolo e altri ormoni dello stress.

A tal proposito, un altro lavoro assai interessante è quello pubblicato nel 2013 sulla rivista *Brain, Behaviour and Immunity*, in cui un gruppo di ricercatori nippo-americani ha messo in correlazione l'aumentare di intensità di un'emozione

negativa (rabbia, rancore, o tristezza) con l'aumentata produzione di un marker di infiammazione: questo marker è l'Interleuchina 6, che indica appunto la presenza di infiammazioni croniche nell' organismo. È ormai sempre più solida la letteratura che tende a estendere questo genere di fenomeni, inizialmente rilevati nei singoli organismi biologici, anche alle reti sociali complesse, e le aziende in tal senso non fanno certamente eccezione.

Siamo tutti, appunto, parte di un sistema di flusso in continua relazione al nostro interno e con gli altri esseri umani, e non solo, anche in contatto virtuoso/viziose con l'ambiente. La salute allora probabilmente significa tanto buona comunicazione fra le cellule, quanto, in senso più esteso, buona comunicazione tra l'essere umano e ciò che lo circonda, nonché buona comunicazione all'interno e tra gruppi sociali.

Un concetto che pare assai attuale, e che i comunicatori di professione dovrebbero tener presente: spesso ci concentriamo sull'atto, sul fatto che *trasmittente* e *ricevente* inviano segnali e messaggi, presi come siamo dal bulimico stimolo a raggiungere risultati quantitativamente più elevati del periodo precedente al fine di giustificare il nostro ruolo all'interno dell'azienda, o ancor più spesso sul mero volume del messaggio, senza considerare quel che c' è in mezzo: mentre è proprio quello spazio, *pulito* e *plastico* o al contrario *infiammato* e *rigido*, che realmente può rivelarsi decisivo nel favorire o meno la comunicazione e quindi il raggiungimento degli scopi ultimi dell'organizzazione, tra i quali, legittimamente, il profitto.

Se il passaggio dal piano dei sistemi biologici a quelli dei sistemi sociali pare a questo punto del tutto naturale, è viva la necessità di tentare di immaginare a una forma di "drenaggio" che possa ripulire al meglio la matrice che connette tutti i membri di un'organizzazione al proprio interno e poi essa con le altre organizzazioni che la

circondano; l'attività di efficace depurazione dall'*inquinamento comunicativo ed emozionale* effettuata limitando la circolazione di messaggi inutili o dannosi all'interno e all'esterno dell'azienda, ed evitando di adottare modelli disfunzionali e contrari ai principi che ho richiamato in questo articolo, pare quindi essere fondamentale.

Quali variabili occorre allora prendere in considerazione per valutare il grado di funzionalità ed efficacia dei modelli adottati da un certo ambiente umano, come un'impresa orientata al raggiungimento di fini di carattere economico, ed eventualmente intervenire a fini correttivi? Innanzitutto, il raggio d'azione, che è anche un metodo elementare per determinare il grado di "complessità" del network; l'incertezza della rete: relativa (distanza tra input e feedback) e assoluta (di "missione", che ha a che fare con la totale, o meno, chiarezza e accessibilità per tutto il gruppo delle policy interne), laddove un basso grado di "incertezza" è funzionale a garantire la capacità di "ammortizzare" cambiamenti e mutazioni; il grado di "formalizzazione": esiste un rischio di "gerarchizzare" delle risorse spontanee di un modello orizzontale? (conta l'intenzione dei promotori, ma anche la percezione soggettiva da parte dei soggetti coinvolti); inoltre, il grado di connettività: il ruolo del/dei leader, "centralità" versus "centralizzazione", il leader come broker, mediatore equidistante tra tutte le parti in gioco, perché solo così al leader viene riconosciuto un qualche ruolo, ed il potere in un network sociale è dato dal ruolo che viene riconosciuto, da ciò derivano il prestigio e la leadership; infine, la densità dei rapporti: chi è connesso con chi, il leader deve sempre essere un "via" o esistono connessioni indipendenti da esso?

Solo una corretta analisi e contemporaneazione del peso di tutti questi elementi darà come risultato una "rete perfetta", dove la comunicazione potrà fluire in modo realmente efficace,

priva di rallentamenti e d'inutile e fastidioso rumore di fondo.

Da questo punto di vista, la fiducia e la *cooperazione nel lungo periodo* paiono rappresentare il *capitale sociale* di maggior valore per garantire equilibrio, funzionalità ed efficacia all'interno di un gruppo umano organizzato qual è un'impresa, fattori che sono veri generatori di profitto.

Per tentare di giungere a questi risultati, quale migliore modello di riferimento se non quello dei polpi, che – lunghi dall'adottare un sistema verticistico di controllo degli impulsi neurali, si fanno forti di un *sistema nervoso diffuso*, dove ogni parte del corpo, ogni singola ventosa, ha una propria dignità, un proprio ruolo, una propria autonomia, e nel contempo una correlazione con le altre parti, e infine, armonicamente, con il sistema nervoso centrale? Esattamente come dovrebbe essere all'interno di sistema sociale in equilibrio dinamico, composto d'individui strettamente in correlazione tra loro, qual è un'azienda.

Un modello di pensiero – e poi necessariamente di azione – che rompe i tradizionali schemi aziendali rigidi e gerarchizzati e ri-pone al centro l'Uomo, con un approccio non dialogico-sequenziale, bensì necessariamente circolare e complesso.

Mi piace concludere ricordando – come scrive la Scrinivasan nel suo bell'articolo – che la maggior parte dei polpi ha una vita molto stimolante e ricca di esperienze ma nel contempo assai breve: muoiono mediamente in soli due o tre anni, generalmente dopo essersi riprodotti; le organizzazioni sociali umane hanno invece sempre l'ambizione di sopravvivere ai propri stessi creatori, come dimostra – per citare un lovemark – la Apple di Steve Jobs.

Forse il mondo della natura, una volta di più, nella sua serena relativa immutabilità, può essere autorevole suggeritore e ispiratore di buone prassi e di nuovi modelli

centrati innanzitutto sulla consapevolezza e sul pensiero complesso, utili da applicare in questo nuovo millennio nei processi di management delle aziende, al fine di valorizzare al meglio il più importante, prezioso e insostituibile dei capitali: quello Umano.

*Luca Poma*

## Breve bigliografia/sitografia:

- Bocchi G., Ceruti M., “*La sfida della complessità*”, Bruno Mondadori, Milano (2007)
- Emanuele, E.; Geroldi, D. et al., “*Raised plasma nerve growth factor levels associated with early stage romantic love*”, in PNEC Psiconeuroendocrinology, (2006), 31, pp. 288-294
- Fano, R.M., “*Transmission of information; a statistical theory of communications*”, Cambridge (Massachusetts), M.I.T. Press, 1961
- Fromm J., “*The emergence of complexity*”, Kassel University Press (2004)
- Gandolfi A., “*Formicai, imperi, cervelli: introduzione alla scienza della complessità*”, Bollati Boringhieri (1999)
- Gandolfi A., “*Vincere la sfida della complessità*”, Franco Angeli (2008)
- Godfrey-Smith, P; “*Other minds: the octopus and the evolution of intelligent life*”, Collins, 255 pp., marzo 2017;
- Ludwig von Bertalanffy, 1968, “*General System Theory. Development, Applications, George Braziller*”, New York, trad. it. Teoria generale dei sistemi, Oscar saggi Mondadori, 2004
- Mella, P., “*Dai sistemi al pensiero sistemico*”, Milano, Franco Angeli, 1997
- Miyamoto, Yuri, et al. “*Negative emotions predict elevated interleukin-6 in the United States but not in*

- Japan.”* Brain, behavior, and immunity 34 (2013): 79-85.
- Moreno J.L., “*Sociometry, Experimental Method and the Science of Society. An Approach to a New Political Orientation*”, Beacon House, 1951, New York
  - Morowitz, J.H., “*The Emergence of Everything: How the World Became Complex*”, Oxford, Oxford University Press, 2002
  - Parodi, F; “*Sistemi, teoria dei*”, Enciclopedia delle scienze sociali”, 1998, consultato il 28/12/20 su Treccani.it
  - Poma, L., “*Human Social Responsibility: una nuova prospettiva per la CSR*”, Milano, Ferpi News, 2010
  - Poma, L; “*Apri la tua mente – Pensiero circolare e nuovi percorsi all'interno delle organizzazioni sociali complesse*”, Libreria Universitaria, Padova, maggio 2020, ISBN 8833591980
  - Redazione Treccani.it, “*Bertalanffy, Ludwig von*”, consultato online il 28/12/20
  - Shannon C. E., “*A Mathematical Theory of Communication, Bell system Technical Journal*”, vol 27, lug e ott 1948
  - Simonetta, B; “*Com'è cambiata Apple 8 anni dopo la morte di Steve Jobs*”, articolo su Il Sole 24 Ore, Milano, 05/10/19, consultato online il 28/12/20 su [ilsole24ore.com](http://ilsole24ore.com)
  - Srinivasan, A; “*The sucker, the sucker!*”, London Review of Book, Vol. 39, n. 17, 07/09/17