

gli infiniti giochi della memoria

Controversie. L'ipotesi finora più accreditata era che forme di apprendimento risiedessero nelle connessioni tra cellule. Ora il dubbio: e se fosse un evento molecolare nel loro nucleo?

Giorgio Vallortigara



Simbolico. Giorgio Galimberti, «Camogli», 2017: l'opera sarà esposta a MIA FAIR, a Milano dal 7 al 10 ottobre

C'è un'età della vita durante la quale certe storie ti rimangono appiccicate addosso, indelebili come, dopo l'imprinting, la memoria degli stivali di Konrad Lorenz per l'ochetta Martina.

Avevo vent'anni - e non venitemi a dire che quella non sia un'età meravigliosa per leggere libri - quando appresi la storia delle planarie cannibali. Le planarie sono vermi piatti che appartengono al *phylum* dei platelminti, nel quale fa la sua apparizione la simmetria bilaterale del corpo e la trasmissione sinaptica dell'impulso nervoso. Nel volume che tenevo tra le mani ci si interrogava sulla storia naturale della memoria: quand'è che le forme più semplici di apprendimento, come il condizionamento classico (o pavloviano), fanno la loro comparsa?

Le planarie certamente sono capaci di tale apprendimento. Stimolate da una leggera scossa elettrica reagiscono con una risposta riflessa di contrazione del corpo; se la presentazione della scossa è preceduta da uno stimolo neutro, come un lampo di luce, dopo un certo numero di prove il lampo da solo assume la capacità di suscitare la contrazione difensiva. La risposta riflessa diventa cioè condizionata.

Ma la parte interessante della storia è questa. Negli anni 50 James McConnell, professore di psicologia alla Michigan University ed esperto studioso della memoria, riferì su alcuni risultati clamorosi ottenuti nel suo laboratorio. Le planarie, si sapeva,

hanno la capacità di rigenerarsi: tagliate a metà, ciascuna delle due parti può svilupparsi nuovamente a partire dal moncone, ricostituendo la testa dalla metà con la coda oppure la coda dalla metà con la testa. McConnell osservò che nelle planarie rigenerate vi era mantenimento delle memorie. Ciò era testimoniato dal risparmio nel riapprendimento: le planarie addestrate reimparavano più velocemente rispetto a planarie di controllo esposte ai medesimi stimoli ma che non avevano appreso. Cosa interessante, le planarie rigenerate dalla parte della coda e quelle rigenerate dalla parte della testa mostravano prestazioni indistinguibili, il che suggeriva che le modificazioni associate all'apprendimento non fossero localizzate solo nella regione della testa.

In una serie di ulteriori esperimenti McConnell mostrò che era possibile trasferire la risposta condizionata da planarie addestrate a planarie non addestrate lasciando che le seconde si cibassero dei corpi triturati delle prime. Qualche spirito burlone fece notare che si sarebbe sparso il panico tra gli insegnanti all'idea che una buona istruzione potesse essere conferita agli studenti per il tramite di un pasto cannibalistico.

Fu ipotizzato che le molecole dell'acido ribonucleico (l'RNA) fossero cruciali per la formazione (e il trasferimento) delle memorie, ma per varie ragioni la ricerca successiva prese altre direzioni e si affermò l'idea che fossero le variazioni alle sinapsi, là dove i neuroni comunicano gli uni con gli altri, a essere importanti.

Adesso però uno spettro si aggira nei territori delle neuroscienze. Sebbene l'idea che la memoria risieda nelle variazioni di conducibilità alle sinapsi abbia guadagnato negli anni un grande credito, e rappresenti il punto di vista canonico nei manuali di neuroscienze, uno sparuto gruppo di scienziati ha ripreso a propugnare l'ipotesi alternativa: che la memoria sia un evento di tipo molecolare che avrebbe luogo nel nucleo delle cellule, anziché nella connessione tra le cellule. Randy Gallistel (cfr. *La verità, vi prego, sul cervello*, «Domenica Il Sole 24 Ore», 10 luglio 2017) è il teorico che più si è speso a favore dell'ipotesi molecolare. Ma il dubbio serpeggia anche tra gli sperimentalisti, perché vi sono almeno tre fenomeni che gettano ombre sull'ipotesi della plasticità sinaptica. Uno l'abbiamo già menzionato: gli esperimenti sulle planarie, recentemente riprodotti con successo da Michael Levin alla Tufts University. Altri due fenomeni danno molto da pensare. Quando passano dallo stadio larvale alla forma adulta, durante la metamorfosi, in certi insetti si assiste a un drammatico rimodellamento dell'intero corpo, che include il sistema nervoso e le sinapsi. Eppure, e l'avevano mostrato per primi tanti anni fa i biofisici italiani Antonio Borsellino e Ruggero Pierantoni con i loro collaboratori, la memoria acquisita da uno scarabeo quando è allo stadio di larva si mantiene poi nell'insetto adulto. Com'è possibile?

Infine, per venire ad animali più simili a noi, come fanno le sinapsi di scoiattoli, criceti e marmotte a mantenere le loro memorie durante la fase di ibernazione, quando

a seguito della profonda ipotermia nei neuroni si ritraggono e si riducono le spine apicali dei dendriti facendo così venir meno la connettività sinaptica?

Forse con qualche aggiustamento queste anomalie possono essere addomesticate e ricondotte alla teoria canonica (ad esempio, potrebbe essere che una piccola porzione di neuroni con la sua rete di connessioni passi indenne la metamorfosi). Tuttavia che la plasticità sinaptica possa non essere l'ingrediente necessario per la memoria viene dalla recente resurrezione di un'altra storia, che pure avevo letto, giovane studente, nel libro di cui vi dicevo.

Nel 1952 Beatrice Gelber riferì un caso di modificazione del comportamento nei parameci che costituiva un esempio genuino di apprendimento pavloviano. La Gelber immergeva ripetutamente, sempre nella stessa posizione in una piastra di Petri un ago pieno dei batteri di cui si nutrono i parameci, che sono organismi unicellulari, e osservava che dopo un certo numero di prove i batteri si avvicinavano all'ago anche quando privo di batteri, mentre lo stesso non accadeva nei parameci abituati sin dall'inizio all'introduzione di un ago senza batteri. Qualche aspetto della stimolazione associata all'introduzione dell'ago nell'acqua sembrava fungere da stimolo condizionato così da produrre, dopo un certo numero di prove, un'associazione con la presenza dei batteri, lo stimolo incondizionato. Superfluo dire che la Gelber fu ferocemente criticata per una tale interpretazione. Lei comunque proseguì testardamente i suoi esperimenti, ignorata e ai margini dell'accademia, fino a che il suo lavoro cadde nell'oblio. Adesso su una prestigiosa rivista scientifica un gruppo di scienziati ne ha raccontato la vicenda, facendo notare come gli esperimenti della Gelber fossero assai ben condotti, e che l'intera faccenda meriterebbe di essere riconsiderata. Che organismi costituiti di una sola cellula possano essere condizionabili non apparirebbe più così bislacco se il codice della memoria fosse molecolare, intrinseco alla cellula anziché legato alla connessione tra due cellule.

La scienza è fatta di questo: ogni giorno noi smontiamo e rimontiamo ipotesi, in un gioco che pare non aver fine ma che ci consente di salire in volute sempre più sottili verso una migliore, seppur imperfetta, comprensione dei fenomeni. Le controversie sulle basi biologiche della memoria certamente non finiranno qui. E magari tra quarant'anni un professore di neuroscienze di qualche oscura università di provincia racconterà un nuovo capitolo della vicenda, e ricorderà di averne sentito parlare per la prima volta mentre scorreva, in un pomeriggio d'estate, il supplemento culturale della «Domenica» de «Il Sole 24 Ore».

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Reconsidering the evidence for learning in single cells

S.J. Gershman, P.E.M. Balbi,

C.R. Gallistel, J. Gunawardena

eLife, 10: e61907 (2021)

la scienza smonta e rimonta teorie verso una migliore conoscenza seppure imperfetta
dei fenomeni