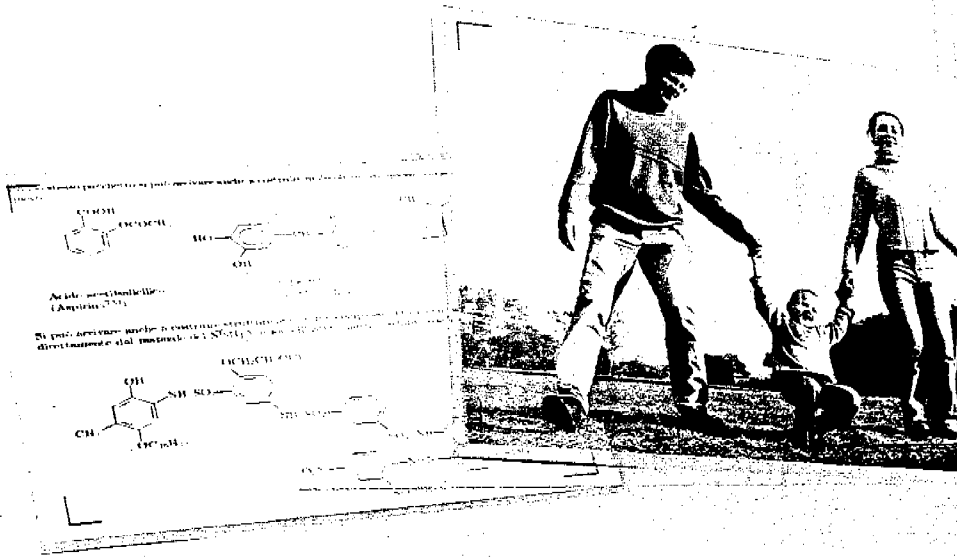


SCIENZE



Altre cose si ricordano strano...  
 della e ricomponendo le impreve...  
 spondere ogni cosa che, con...  
 il che sembra quasi visibili all'oc...  
 che il ricordo comincia a ballare...  
 sbaccia che, quasi dove, avverrò...  
 sembra un'esplosione avanzi all'inter...  
 per la cui spinta il cervello scaten...  
 «Mi rendo conto che, tu, vero? -...  
 fanno nel tempo come qualcosa...  
 me, una foglia di vento che cerca...  
 come per un'esplosione di cervello e...  
 ricomponendo...  
 come abbandonare l'abitudine g...  
 marca, visibile non solo il punto c...  
 se la occupazione della voce e lo stile. A...  
 del suo cervello è come la labbra de...  
 va raccolto il ricordo. Ricordo nel mo...  
 va raccolto di stralisci addosso. Era...  
 anni gli anni, soltanto a lui o si mo...  
 magari, dopo la fine del concerto, d...  
 circostanti...  
 Il libro ricorda...  
 gli ricordi ricorda... il lei ancora...  
 immagini e immagini con sicuro che...  
 musica e ricordo...  
 ricordi, ma lei continua a ballare. -...  
 ricordarsi, - è quanto il bello della c...

CERVELLO SCOPERTE NEI PRINCIPALI LABORATORI DI NEUROSCIENZA

# Le vie dei ricordi

La nostra memoria è affidata a un network di neuroni e circuiti biologici che si attivano in modi ancora misteriosi. Le ultime ricerche stanno cominciando a svelarli.

di LUCA SCIORTINO

**D**i tutto il nostro passato resta un miliardesimo, o un milionesimo, una quantità comunque infinitesimale. Ma la cosa più stupefacente è che alcuni eventi lascino traccia nella memoria. E se ci sono in biologia domande più cruciali di altre, una è: in che cosa consiste questa traccia, dove è custodita? La sfida è aperta da decenni, ma solo ora i neuroscienziati iniziano a capire come si formano i ricordi, com'è organizzata la memoria e quali sono i meccanismi molecolari grazie ai quali apprendiamo o dimentichiamo.

È quanto emerge dall'incontro annuale della Società americana di neuroscienze tenutosi a Washington nei giorni scorsi e dal susseguirsi di studi sulla memoria. Non solo. Il 1° dicembre, con un simposio intitolato «Il futuro del cervello», viene inaugurato al Mit (Massachusetts institute of technology) di Boston un nuovo edificio che ospiterà il centro più grande al mondo dedicato allo studio della mente. «Molti fra i maggio-

ri esperti di memoria lavoreranno a stretto contatto per cercare di decifrarne gli enigmi ancora irrisolti» dice a *Panorama* Earl Miller, del Picower institute for learning and memory al Mit. «Ci saranno biologi, psicologi, persino ingegneri elettronici. Insieme, potremo raggiungere risultati che finora ci sono sfuggiti».

Ciò che i neuroscienziati sanno per certo è che la memoria si divide in due tipi. La prima permette di conservare le informazioni per un periodo limitato, come quando teniamo a mente un numero per poterlo comporre sul telefono. La memoria a lungo termine consiste nei ricordi del nostro passato. Per un'acquisizione stabile delle conoscenze occorre che le informazioni siano trasferite dalla memoria a breve a quella a lungo termine. Insomma, che la traccia resti. Il meccanismo con cui ciò avviene è divenuto molto più chiaro.

«Da tempo, al centro dell'attenzione ci sono le sinapsi, i punti di contatto tra i neuroni» ricorda Paola Merlo, re- ▶



IN PIENA ATTIVITÀ

La pet mostra le aree attive nel memorizzare parole: dall'alto, l'ippocampo, un'area del lobo mediale temporale.

## SCIENZE



## OBIETTIVI FUTURI

A sinistra, il Nobel per la fisiologia e medicina Susumu Tonegawa, sotto, il neuroscienziato Earl Miller. Entrambi conducono studi sulla memoria al Picower Institute for learning and memory, al Mit di Boston.



► responsabile di neurologia all'Istituto Humanitas di Milano. «La memoria a breve termine nasce con una fase di immagazzinamento sensoriale, inferiore al secondo». Un'immagine o uno stimolo sonoro è l'inizio di una scarica di impulsi che provocano il rilascio di neurotrasmettitori fra i neuroni.

**Da questo momento in poi la sinapsi diventa più sensibile, è come se la sua forza aumentasse. La traccia della memoria a breve termine è così fissata. Le sostanze e le strutture coinvolte in questo meccanismo sono sempre state oggetto di ricerca. Alcune settimane fa il gruppo di Daniel Johnston, direttore del Center for learning and memory di Austin, Texas, ha scoperto che apprendimento e memoria coinvolgono non solo le sinapsi, ma anche i dendriti: i minuscoli tentacoli a una delle estremità dei neuroni. Johnston ha visto che la cellula nervosa sintetizza nuove proteine per costruire**

## IL PERCORSO DELLA MEMORIA

Corteccia prefrontale

Amigdala

Ippocampo

Corteccia temporale

Corteccia orbito frontale

• Un'informazione (un numero di telefono, un volto ecc...) viene catturata dai neuroni sotto forma di segnali elettrici e trasportata verso l'ippocampo: la porta d'entrata delle informazioni che diventeranno ricordi.

• I neuroni dell'ippocampo hanno prolungamenti che permettono loro di comunicare con neuroni di zone lontane, per esempio con certe regioni del lobo temporale, con la corteccia prefrontale e orbitofrontale, dove i ricordi sono immagazzinati in modo permanente.

• Anche l'amigdala, vicino all'ippocampo e coinvolta nell'elaborazione delle emozioni, ha un ruolo chiave nella memorizzazione.

nuovi canali, favorendo così la trasmissione degli impulsi e rinforzando i circuiti della memoria.

Ma perché solo alcuni ricordi sono conservati e altri persi? Ireneo Funes, il personaggio di un racconto di Jorge Luis Borges, era condannato a ricordare ogni cosa perché la sua memoria registrava tutto in modo indelebile: «Il meno im-

portante dei suoi ricordi» scrive Borges «era più minuzioso e vivo della nostra percezione di un godimento o di un tormento fisico». I neuroscienziati guardano al problema in questi termini: come si passa dalla memoria a breve termine a quella a lungo termine?

Dalle scoperte degli ultimi anni, pare che ciò avvenga con un ulteriore rinfor-

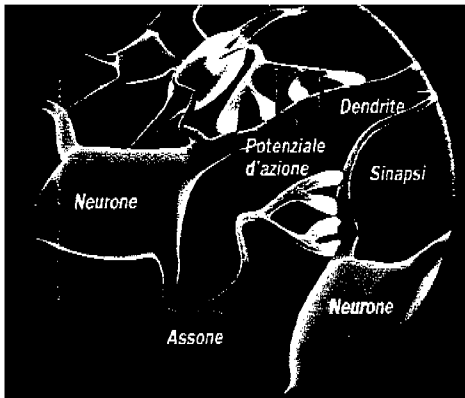
## Come potenziarla?

Gli esperimenti di Eric Kandel



Tutto è iniziato da una semplice lumaca di mare, l'*Aplysia* (nella foto a fianco): studiando i suoi neuroni, particolarmente grandi, Eric Kandel (a sinistra), neuroscienziato e Nobel per la medicina nel 2001, ha chia-

rito molti dei meccanismi genetici e molecolari alla base dei processi di memorizzazione. Ora Kandel ha creato una società, la Memory pharmaceutical, dove al momento vengono sperimentate su topi anziani diverse molecole, con l'obiettivo (per ora ancora lontano) di potenziare la memoria a lungo termine.



• I ricordi si formano quando i neuroni aumentano la sensibilità delle connessioni (le sinapsi) attraverso le quali comunicano.

• Nel caso delle memorie a breve termine, questo effetto dura pochi minuti o poche ore. In quelle a lungo termine le sinapsi si rafforzano in modo permanente, grazie alla produzione di nuove proteine.

• Alcuni messaggi iniziano a viaggiare da un neurone all'altro quando un impulso elettrico, il potenziale d'azione, scende lungo l'assone (il prolungamento) del primo neurone fino alla sua punta.

FOTO: S. MARZONI - G. MIBI - G. VASSI/REUTERS

zo delle sinapsi, già sensibilizzate nel ricordo a breve termine. Ciò richiede, secondo la maggior parte degli esperti, la produzione di alcune proteine che aggiungono nuovi recettori nelle sinapsi. In tal modo si crea un vero e proprio circuito, il telaio della memoria.

Se le cose stanno così, significa che è necessaria l'attivazione di geni capaci di codificare le proteine. Un gruppo di ricerca del Mit, coordinato dal Nobel Susumu Tonegawa, ha individuato un meccanismo molecolare che consente ai neuroni di aumentare la produzione di proteine.

**Tra gli scienziati qualcuno è ancora scettico su queste teorie**, basate sugli studi pionieristici del Nobel per la medicina Eric Kandel. Il neurobiologo Aryeh Routtenberg, della Feinberg medical school di Chicago, sostiene: «Credo che il meccanismo della memoria a lungo termine sia diverso. Non verrebbero sintetizzate nuove proteine, ma quelle già presenti nelle sinapsi cambierebbero forma». Questa tesi non solo toglie ai geni un ruolo chiave; ma suggerisce che il processo grazie al quale fissiamo i ricordi sia molto più flessibile rispetto alle teorie precedenti.

Un'altra scoperta recente sembra confermare ciò che suggerisce il senso comune: i ricordi più nitidi e importanti sono anche quelli che impegnano di più la mente. «Dai nostri esperimenti, effettua-

ti visualizzando il cervello dei topi, abbiamo verificato che più un ricordo è fondamentale, più occupa spazio nelle aree cerebrali. E coinvolge un maggior numero di neuroni» dice Norman Weinberger, neurobiologo all'Università della California a Irvine. «Nel caso di pazienti con Alzheimer, dove la memoria viene gradualmente persa, l'erosione non avverrebbe in modo casuale, ma in base a principi legati all'importanza dei ricordi. Quelli ritenuti più importanti sono cancellati per ultimi» suggerisce Weinberger.

**Le neuroscienze devono anche chiarire quali sono le regioni del cervello** che si attivano nei processi mnemonici. Il punto di partenza è stabilito: la memoria si distingue in dichiarativa e procedurale. La prima riguarda conoscenze comunicabili, come il fatto che Milano sia il capoluogo della Lombardia; la seconda concerne il saper fare qualcosa, come andare in bicicletta. «La memoria dichiarativa è localizzata nel lobo mediale temporale, in particolare, nella sua fase iniziale, nell'ippocampo. Quella procedurale coinvolge lobi frontali, cervelletto, amigdala, neocorteccia e gangli della base» spiega Merlo.

In questi ultimi mesi sono state le ricerche sull'ippocampo a fornire le conoscenze più sorprendenti. Non a caso a Edvard Moser, dell'Università di Trondheim, Norvegia, leader in queste ricerche, è stata affidata la prestigiosa presidential lecture al convegno di Washington. Alessandro Treves, neuroscienziato della Sissa di Trieste e dell'Università di Trondheim, dove lavora con Moser, racconta: «Più di trent'anni fa il neurobiologo John O'Keefe aveva scoperto nell'ippocampo del ratto cellule da lui chiamate "place cells", che nel cervello rappresentano la posizione spaziale dell'animale. A seconda di dove si trova il ratto, diversi gruppi di cellule entrano in azione». Un po' come se ci fossero ▶

## Sette trappole

*Come e perché la mente commette errori nel ricordare il passato*

Daniel L. Schacter, esperto di psicologia mnestica e direttore del dipartimento di psicologia all'Università di Harvard, nel suo libro *I sette peccati della memoria* (Mondadori, 309 pagine, 17,60 euro) indica tutte le trappole in cui il nostro cervello può cadere quando cerca di ricordare qualcosa.

**1. LABILITÀ** Man mano che il tempo passa aumenta il potere dell'oblio e la possibilità che il ricordo sia eroso o cancellato.

**2. DISTRAZIONE** Cali di attenzione si traducono nel mancato ricordo di un'informazione non codificata come si deve, o presente nella memoria ma inaccessibile quando c'è bisogno di recuperarla.

**3. BLOCCO** L'impossibilità, frustrante,

di recuperare un'informazione che sappiamo di possedere (la classica parola «sulla punta della lingua»).

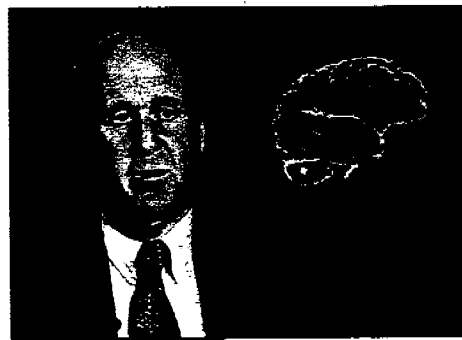
**4. ERRATA ATTRIBUZIONE** Le cose apprese in precedenza, le persone o

gli oggetti già visti vengono riconosciuti, ma ricondotti a un ambito sbagliato. La sensazione del *déjà vu* per esempio, potrebbe essere l'errata attribuzione al passato di alcuni tratti di una situazione presente.

**5. SUGGESTIONABILITÀ** Incorporare nei propri ricordi informazioni fuorvianti che provengono da fonti esterne: altre persone, materiali scritti, immagini, mezzi di informazione.

**6. DISTORSIONE** Gli avvenimenti passati vengono filtrati attraverso conoscenze presenti, o attraverso stereotipi, senza che ci rendiamo conto della loro influenza.

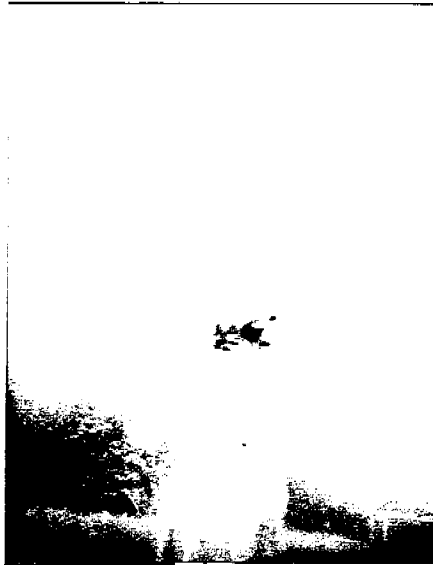
**7. PERSISTENZA** Il settimo peccato della memoria, forse il più debilitante: costringe a ricordare quello che vorremmo dimenticare, soprattutto episodi o ricordi spiacevoli o dolorosi.



### SBAGLI E ILLUSIONI

**Daniel L. Schacter, studioso di psicobiologia mnestica a Harvard.**

► molte sentinelle, ognuna impegnata a guardare una determinata porzione dell'orizzonte. Grazie a queste cellule il ratto, una volta memorizzati gli ostacoli, è in grado di orientarsi al buio. «Moser ha scoperto che nella corteccia entorinale, l'anticamera dell'ippocampo, esistono cellule con un raggio di azione molto più vasto, organizzato in stupefacenti griglie triangolari» dice Treves.



### TROPPO PRESTO

**Prima dei tre anni di età è difficile che i ricordi si fissino nella mente. Secondo le ipotesi degli esperti, ciò è dovuto al fatto che la memorizzazione di fatti ed episodi della vita è strettamente legata allo sviluppo del linguaggio. Il picco delle capacità mnemoniche avviene, in genere, tra i 15 e i 25 anni.**

**È come se ogni sentinella riuscisse a guardare contemporaneamente in più direzioni. Il vero «computer» cerebrale, dunque, che memorizza le configurazioni spaziali, è nella corteccia entorinale.**

Al consolidamento e alla capacità di richiamare ricordi contribuisce infine il sonno: una teoria nota da tempo, e avva-

lorata da studi recenti, come conferma una recente pubblicazione su *Nature*.

Le prove del legame tra sonno e ricordi sono ormai incontrovertibili per alcune forme di memoria procedurale, ancora modeste per quella dichiarativa.

«Davvero nel sonno senza sogni le tracce mnestiche, come suggeriscono alcuni, vengono trasferite dall'ippocampo alla corteccia? E nel sogno sono cancellati i ricordi da dimenticare?» riflette Treves. I migliori laboratori del mondo sono in gara per fare luce su questi e altri enigmi. Forse le risposte, come spesso è accaduto in passato, arriveranno in modo casuale, da scienziati che magari stavano cercando tutt'altro. ●

*(ha collaborato Erika Suban)*

### PER SAPERNE DI PIÙ

- «Come funziona la memoria» di Alessandro Treves. Bruno Mondadori
- «Il telaio della memoria» di Juan Carlos López. Dedalo.
- «Il cervello, la mente e l'anima» di Edoardo Boncinelli. Mondadori.
- «Il cervello del ventunesimo secolo» di Steven Rose. Codice edizioni.