

Altre canzoni si rievocano dolcemente e ricomponendosi segnandovi sopra suoni di li da sembrare quasi vitali. Bionde continuava a braccia che, chissà dove, tenenza su e portare avvertita in cui qualcuno l'aveva - Hai capito anche tu? - l'arano nei timpani come un so, una legione di insetti testa per raggiungergli il sicchiarglielo.

Senza abbandonare l'abbimorta, voltò la testa verso re la sorgente della voce e dal suo orecchio c'erano le va rischiarato di crollargli add tutti gli altri, identico a lui magari, dopo la fine del con ritrovati).

L'altro sorrideva.

- Treccine Bionde... l'ha i singhiozzi, nemmeno era riuscito a sentirlo.

- Sì, ma lei continua a sorridere, - è questo il bello

**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**

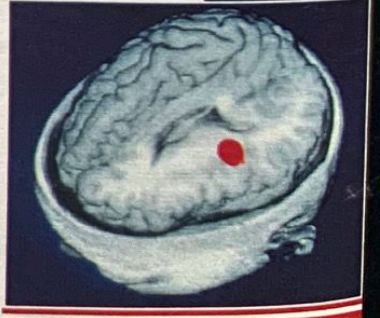
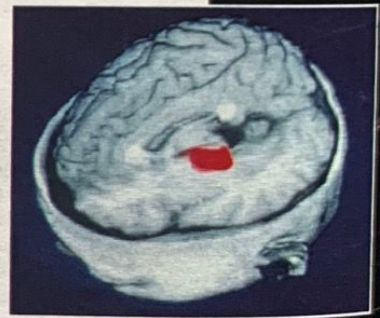
**D**i tutto il nostro passato resta un miliardesimo, o un milionesimo, una quantità comunque infinitesimale. Ma la cosa più stupefacente è che alcuni eventi lascino traccia nella memoria. E se ci sono in biologia domande più cruciali di altre, una è: in che cosa consiste questa traccia, dove è custodita? 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.

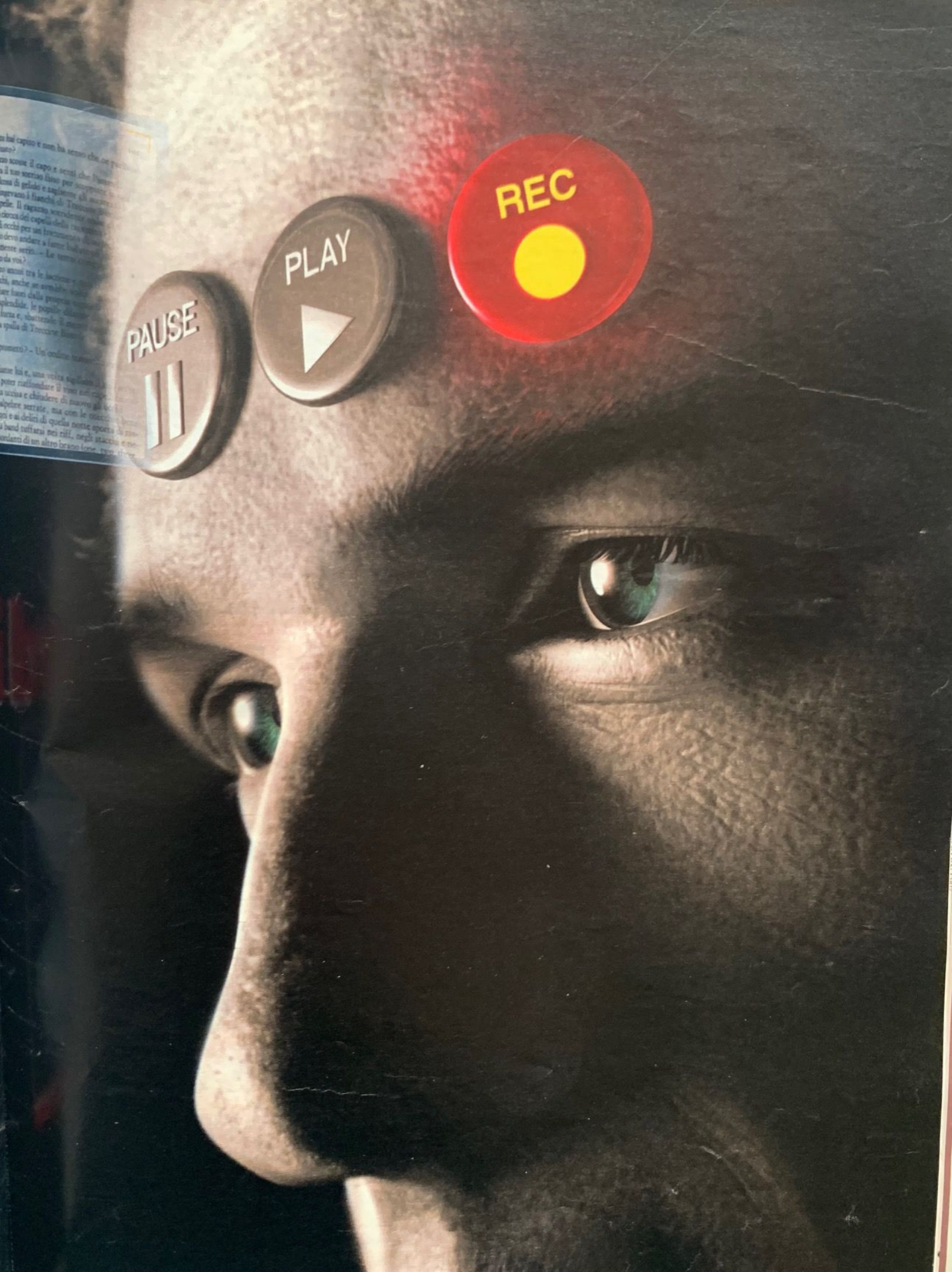
«Da tempo, al centro dell'attenzione ci sono le sinapsi, i punti di contatto tra i neuroni» ricorda Paola Merlo, re-



**IN PIENA ATTIVITÀ**

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

...hai capito e non ha senso che ne parli  
...  
...scosse il capo e sentì che il mondo  
...a il suo sorriso feroce per occupare la sua  
...di grido e zapping gli occhi  
...sgravano i fianchi di...  
...pele. Il caparzio sordamente  
...donna del capello della...  
...occhi per un frecciatone di...  
...devo andare a fare...  
...mente serio... Le tenne  
...da voi?  
...no anni tra le lacrime e  
...chi, anche se avrebbe volu  
...are fuori dalla propria  
...splendide, le pupille dilata  
...forza e, sbattendo il petto  
...spalla di Trecce...  
...prometti? - Un'ordine  
...come lui e, una volta saggiato  
...poter raddoppiare il suo  
...a uccina e chiedere di nuovo  
...alpire serrate, ma con le  
...go e ai deliri di quella notte  
...band rotterai nei rifil, negli  
...volanti di un altro brano...



# IL PERCORSO DELLA MEMORIA



## 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.



► sponsabile 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.

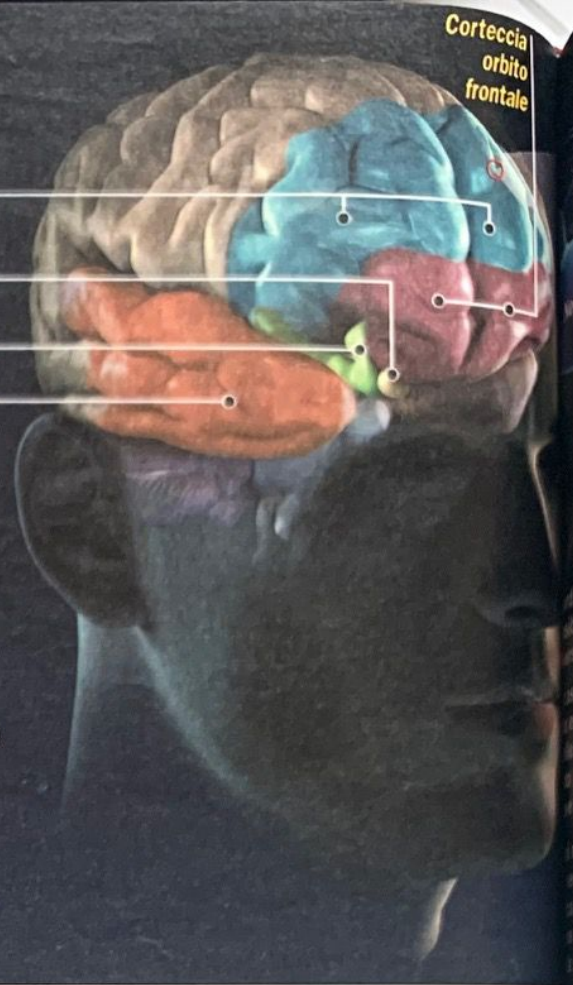
### Da questo momento in poi la sinapsi diventa

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 ner-

•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.

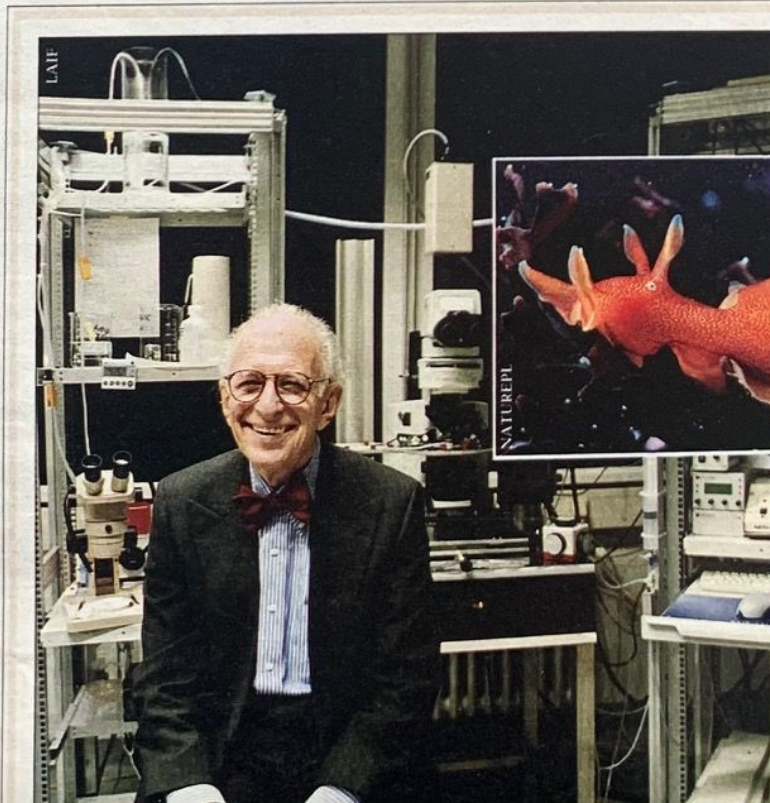
Ma perché solo alcuni ricordi sono conservati e altri persi? Ireneo Funes, il personaggio di un racconto di Jorge Luis Borges, era condannato a ricordare ogni cosa perché la sua memoria registrava tutto in modo indelebile: «Il meno im-

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-

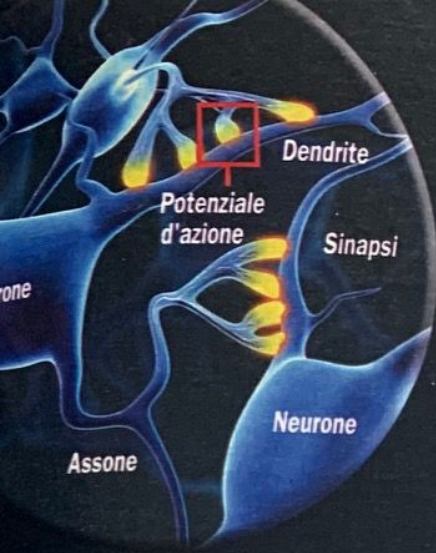
## Come potenziarla?

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.



si formano quando i neuroni aumentano  
 l'efficienza delle connessioni (le sinapsi)  
 o le quali comunicano.

o delle memorie a breve termine,  
 effetto dura pochi minuti o poche ore.  
 a lungo termine le sinapsi si rafforzano  
 permanente, grazie alla produzione  
 di proteine.

messaggi iniziano a viaggiare  
 neurone all'altro quando un impulso  
 il potenziale d'azione, scende lungo  
 (il prolungamento) del primo neurone  
 la sua punta.

ILLUSTRAZIONE DI MIRCO TANGHERLINI

delle sinapsi, già sensibilizzate nel  
 rdo a breve termine. Ciò richiede,  
 ondo la maggior parte degli esperti,  
 produzione di alcune proteine che  
 giungono nuovi recettori nelle sina-  
 In tal modo si crea un vero e pro-  
 prio circuito, il telaio della memoria.  
 e le cose stanno così, significa che  
 necessaria l'attivazione di geni capa-  
 di codificare le proteine. Un gruppo  
 ricerca del Mit, coordinato dal No-  
 Susumu Tonegawa, ha individuato  
 meccanismo molecolare che con-  
 nte ai neuroni di aumentare la pro-  
 duzione di proteine.

Tra gli scienziati qualcuno è ancora  
 rettico su queste teorie, basate sugli  
 studi pionieristici del Nobel per la medi-  
 na Eric Kandel. Il neurobiologo Aryeh  
 Outtenberg, della Feinberg medical  
 school di Chicago, sostiene: «Credo che  
 meccanismo della memoria a lungo ter-  
 mine sia diverso. Non verrebbero sinte-  
 tizzate nuove proteine, ma quelle già  
 presenti nelle sinapsi cambierebbero for-  
 ma». Questa tesi non solo toglie ai geni  
 un ruolo chiave; ma suggerisce che il  
 processo grazie al quale fissiamo i ricor-  
 di sia molto più flessibile rispetto alle teo-  
 rie precedenti.

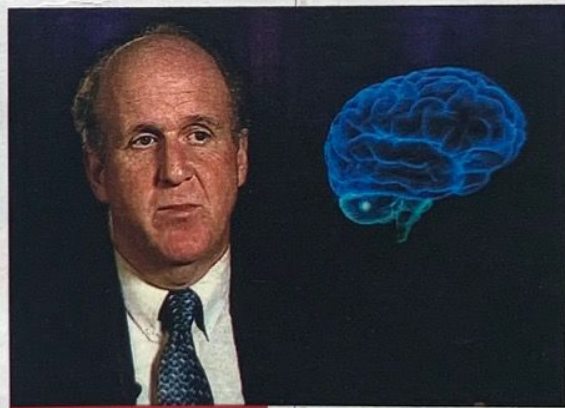
Un'altra scoperta recente sembra con-  
 fermare ciò che suggerisce il senso co-  
 mune: i ricordi più nitidi e importanti so-  
 no anche quelli che impegnano di più la

ti visualizzando il cervello dei topi, ab-  
 biamo 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'Univer-  
 sità della California a Irvine. «Nel ca-  
 so di pazienti con Alzheimer, dove la  
 memoria viene gradualmente persa,  
 l'erosione non avverrebbe in modo ca-  
 suale, ma in base a principi legati al-  
 l'importanza dei ricordi. Quelli ritenu-  
 ti più importanti sono cancellati per ul-  
 timi» suggerisce Weinberger.

**Le neuroscienze devono anche chiarire  
 quali sono le regioni del cervello** che si at-  
 tivano nei processi mnemonici. Il punto  
 di partenza è stabilito: la memoria si di-  
 stingue in dichiarativa e procedurale. La  
 prima riguarda conoscenze comunicabi-  
 li, come il fatto che Milano sia il capo-  
 luogo della Lombardia; la seconda con-  
 cerne il saper fare qualcosa, come anda-  
 re in bicicletta. «La memoria dichiarati-  
 va è localizzata nel lobo mediale tempo-  
 rale, in partico-  
 lare, nella sua  
 fase iniziale,  
 nell'ippocampo.  
 Quella procedurale coin-  
 volge lobi fron-  
 tali, cervellet-  
 to, amigdala,  
 neocorteccia e  
 gangli della  
 base» spiega  
 Merlo.

In questi ul-  
 timi mesi sono  
 state le ricer-  
 che sull'ippo-  
 campo a fornir-  
 le le conoscen-  
 ze più sorpren-  
 denti. Non a

caso a Edvard Moser, dell'Università  
 di Trondheim, Norvegia, leader in que-  
 ste ricerche, è stata affidata la presti-  
 giosa presidential lecture al convegno  
 di Washington. Alessandro Treves,  
 neuroscienziato della Sissa di Trieste e  
 dell'Università di Trondheim, dove la-  
 vora 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 rappre-  
 sentano la posizione spaziale dell'ani-  
 male. A seconda di dove si trova il rat-  
 to, diversi gruppi di cellule entrano in  
 azione». Un po' come se ci fossero ▶



**SBAGLI E ILLUSIONI**

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

**Sette trappole**

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

Daniel L. Schacter, esperto di psi-  
 cologia mnemonica e direttore del di-  
 partimento di psicologia all'Università  
 di Harvard, nel suo libro *I sette pec-  
 cati 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 re-  
 cuperarla.
- 3. BLOCCO** L'impossibilità, frustran-

te, di recupe-  
 rare un'infor-  
 mazione che  
 sappiamo di  
 possedere (la  
 classica paro-  
 la «sulla pun-  
 ta della lin-  
 gua»).

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

gli oggetti già visti vengono ricono-  
 sciuti, ma ricondotti a un ambito sba-  
 gliato. La sensazione del déjà vu per  
 esempio, potrebbe essere l'errata at-  
 tribuzione 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 co-  
 noscenze presenti, o attraverso ste-  
 reotipi, senza che ci rendiamo conto  
 della loro influenza.

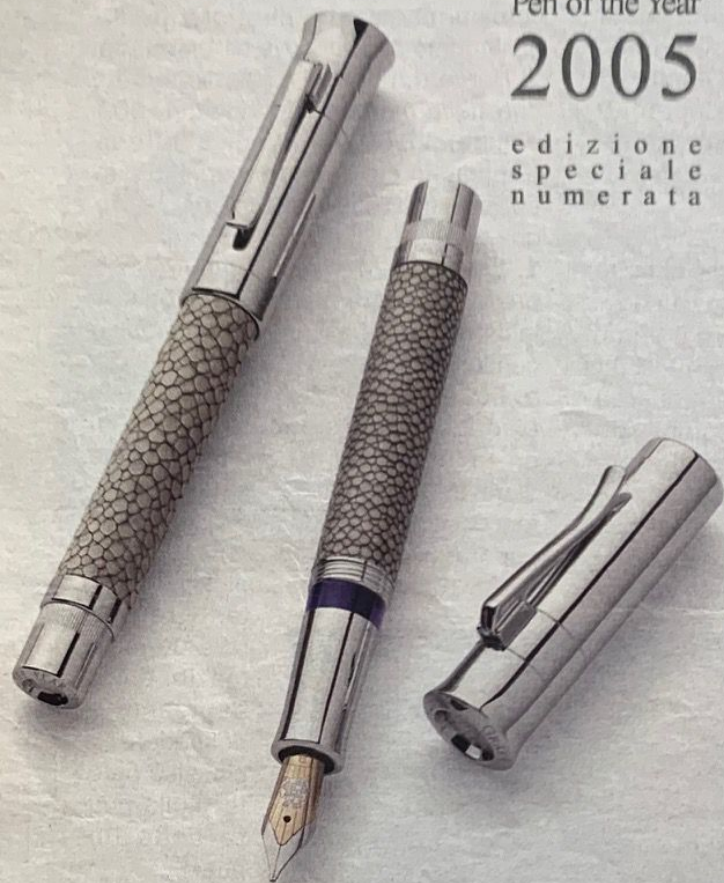
**7. PERSISTENZA** Il settimo peccato  
 della memoria, forse il più debilitante:  
 costringe a ricordare quello che vor-  
 remmo dimenticare, soprattutto epi-  
 sodi o ricordi spiacevoli o dolorosi.



GRAF VON FABER-CASTELL

Pen of the Year  
**2005**

edizione  
speciale  
numerata



UN DONO PREZIOSO  
PER RICORDARE UN ANNO SPECIALE.

L'ESCLUSIVA STILOGRAFICA IN GALUCHAT

FUSTO REALIZZATO IN PELLE DI RAZZA O GALUCHAT.  
UNA TRAMA PERLACEA A MOSAICO SEMPRE DIVERSA.  
RIFINITURE IN PLATINUM-PLATED.

IMPUGNATURA A ROTAZIONE CON MECCANISMO A STANTUFFO.  
PENNINO IN ORO 18 KT BICOLORE, RODIATO A MANO

SHOP IN SHOPS

AMOROSO - VIA LIBERTÀ 15, PALERMO  
BURCHI & DE SANCTIS - VIA FRATTINA 124, ROMA  
CARTOLERIA CENTRALE - VIALE INNOCENZO XI 14/A, COMO  
MEGA - VIA A. DORIA 6, TORINO  
& C. - LARGO VASTO A CHIAIA 86, NAPOLI  
ANTINI - VIA MARRADI 60, LIVORNO

FACAMA DI A.W. GRAF VON FABER-CASTELL & C. - MILANO

SCIENZE

► molte sentinelle, ognuna impegnata a guardare una determinata porzione dell'orizzonte. Grazie a queste cellule, ratto, una volta memorizzati gli ostacoli, è in grado di orientarsi al buio. «Mosha 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.



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 i ricordi contribuisce infine il sonno: una teoria nota da tempo, e avva-

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.

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 Suber)

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.