

LA MEMORIA

Un primo approccio allo studio delle Neuroscienze nella Secondaria di Secondo Grado

di Marina Minoli *

*Le neuroscienze: un campo di ricerca di grande attualità in cui molti scienziati si mettono alla prova, elaborando posizioni teoriche complesse e articolate, e anche molto diverse (vedi per esempio **Le nuove frontiere delle neuroscienze**, con l'intervista a Mauro Ceroni pubblicata sul n° 50 di questa Rivista). Temi che è piuttosto arduo sviluppare compiutamente nella scuola secondaria di secondo grado, ma su cui è opportuno dare alcune informazioni di base per mettere in grado gli studenti di accostarsi alle problematiche legate al funzionamento del cervello. L'autore ha scelto di «isolare» il tema della memoria per progettare una trattazione adeguata all'età e alle capacità di comprensione degli studenti. Il tema è stato sviluppato a diversi livelli, da quello storico-filosofico, a quello propriamente scientifico, a quello sperimentale.*

* Biologa dell'Ordine Nazionale, specializzata in Didattica delle scienze e in Comunicazione scientifica, è docente di ruolo di Scienze Naturali, chimica e geografia presso il liceo scientifico "G. Marconi" di Chiavari

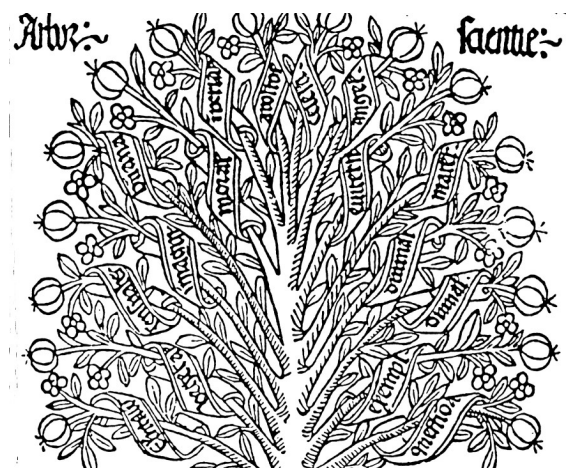
Dal desiderio di portare elementi di innovazione nella didattica della biologia è nato anche il percorso che racconto in questo contributo, un approccio alle neuroscienze mirato al tema della memoria, che ha visto l'interazione tra diverse componenti: il lavoro didattico tradizionale, sui contenuti anatomici e fisiologici del cervello, approfondimenti attraverso letture di saggi e l'uso di risorse sul territorio come, per esempio, la mostra *Brain - Il mondo in festa* visitata presso il WOW Science center di Genova e infine la realizzazione di esperimenti volti a verificare alcune condizioni che facilitano il ricordo.

Dalla lettura scientifica al percorso didattico

Come ho già proposto in contributi precedenti, per tenere vivo nei miei studenti il gusto all'apprendimento e la curiosità nei confronti dell'indagine biologica non mi interessa ripetere percorsi ideati in ambito accademico, ma inventare, nella situazione in cui opero, attività che siano reali occasioni di consolidamento del lavoro scolastico e promuovano la crescita culturale.

L'idea di costruire questo percorso didattico è nata dalla lettura del libro *Il telaio della memoria*, del biologo spagnolo Juan Carlos López, in cui l'autore cerca di rispondere ai più importanti quesiti in materia attraverso una riflessione che segue le tappe dell'evoluzione della ricerca scientifica nel campo della memoria (con riferimento anche alle filosofiche antiche). Come funziona la memoria? Perché non ricordiamo tutte le informazioni allo stesso modo? Da che cosa dipende la qualità della nostra memoria? Sarebbero tematiche riservate agli esperti accademici, invece coinvolgono in prima persona il docente di scuola superiore, in particolare per comunicarli in modo adeguato alle situazioni particolari.

In questo caso, il percorso didattico ha coinvolto studenti di classi terze e quarte liceo scientifico che abbiano acquisito conoscenze fondamentali di anatomia e fisiologia del sistema nervoso ed i meccanismi chimico fisici della sinapsi. Ma questo percorso, che ho realizzato in diverse classi liceali da alcuni anni, richiede



Le ramificazioni dell'albero della memoria secondo Raimondo Lullo (1233-1315)

notevole flessibilità procedurale: diverso infatti il livello di riflessione, l'analisi dei testi, la rielaborazione informatica, la cooperazione tra gli studenti.

L'esecuzione in classe di semplici esperimenti ha aiutato a riconoscere alcune modalità di funzionamento della memoria e si è rivelata utile soprattutto per gli studenti che ritengono di avere scarse capacità mnemoniche.

Ogni tappa del percorso è stata accompagnata da ricerche di testi e di approfondimenti in rete e dalla «comunicazione» dei risultati su diapositive, con una sintesi dei concetti chiave in lingua inglese, come nell'esempio sotto riportato.



La memoria...

La memoria è uno degli aspetti più significativi del comportamento umano ed è la capacità di acquisire e immagazzinare informazioni. Grazie alla memoria ci può essere una continuità nella vita.

The memory is the ability to acquire and store information. Thanks to the memory there may be a continuity in the life.

L'importanza della memoria: dalla filosofia alla scienza

L'importanza dell'abilità a ricordare viene spesso trascurata dagli studenti e in alcuni casi anche dalla scuola. Allora, il primo passo per stimolare la curiosità sull'argomento è stato riflettere sull'importanza della memoria nella vita pratica, oltre che nell'apprendimento. Abbiamo letto insieme, e commentato per iscritto, un testo che sottolinea l'importanza della memorizzazione nell'apprendimento delle discipline scientifiche: «Indipendentemente dalla specie di cui si parli, o di quale aspetto della vita mentale stiamo studiando, la capacità di imparare comincia insieme alla capacità di ricordare. Un organismo può imparare dall'esperienza solo se può ricablare il proprio sistema nervoso in modo durevole: non ci può essere alcun potenziamento senza memoria.» (da Gary Marcus, *La nascita della mente*, Codice Edizioni, Torino 2004).

Il percorso storico-filosofico e le teorie della memoria

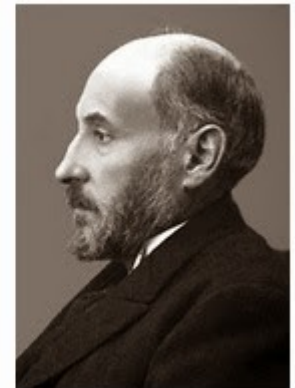
L'approccio storico-filosofico, significativo anche per avviare collaborazioni con docenti di storia e filosofia, segue le tappe che hanno portato alla definizione del concetto di memoria. Le molte e diverse idee che si incontrano lungo il percorso mostrano quanto esso sia stato difficile. Dalle ipotesi dei filosofi dell'antica Grecia (Socrate, Platone e Aristotele), alle curiose idee di alcuni studiosi del Rinascimento, fino alla teoria associazionista dello psicologo tedesco Hermann Ebbinghaus (1850-1909), precursore degli studi sperimentali sulla memoria.

Per esempio, la concezione aristotelica di memoria è il fondamento di tutta la mnemonica successiva, che trova sulla sua strada anche il leggendario scopritore di alcune tecniche sulla memoria, il lirico greco Simonide di Ceo (556-468 a.C.). A lui venne attribuita l'invenzione del «metodo della posizione» (fissare alcuni punti di riferimento visivi nello spazio) grazie al quale aveva potuto identificare alcune persone decedute durante un tragico evento solo in base a coordinate memorizzate. Anche Cicerone spiegava il processo di memorizzazione: sosteneva che le *images*, figure familiari a cui è possibile associare concetti di meno facile comprensione (leggi, norme, argomentazioni), erano custodite in *loci* ben distribuiti in tutta la mente.

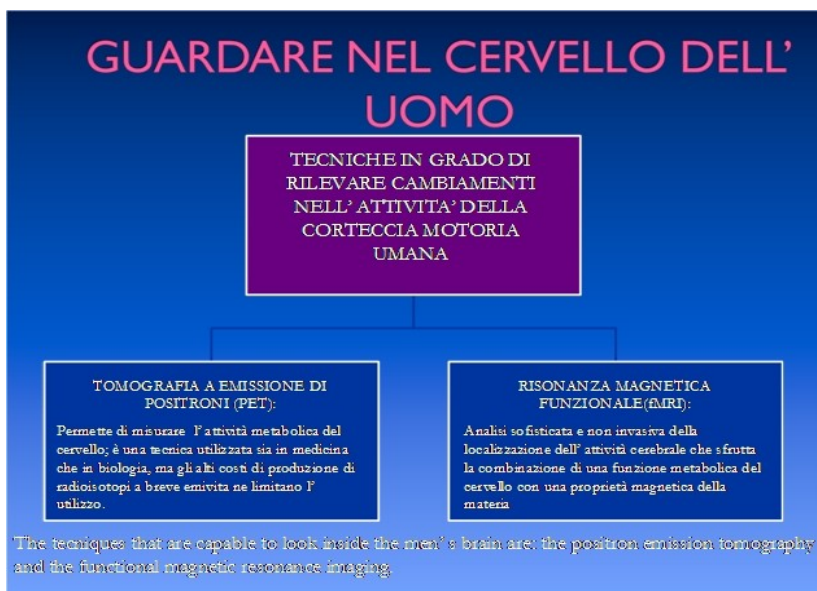
Le origini della ricerca scientifica sulla memoria

Per quanto riguarda la ricerca scientifica, nel lavoro scolastico non ho sviluppato il dibattito attuale sulla «localizzazione» della memoria, che coinvolge studi avanzati e con prese di posizione non univoche; invece, ho voluto approfondire le figure e le ricerche di due famosi scienziati (Camillo Golgi e Santiago Ramón y Cajal) che, sul finire del XIX secolo, cominciarono a studiare la struttura cellulare del cervello, ponendo le basi per molte delle scoperte successive sulla trasmissione nervosa.

Nel 1906 il premio Nobel per la medicina e la fisiologia fu assegnato congiuntamente allo scienziato spagnolo e a quello italiano "in recognition of their work on the structure of the nervous system". Partendo dalla lettura di alcuni testi sulla vita di Camillo Golgi, si è avviato un confronto comparato tra le attività sperimentali dei due ricercatori e anche tra la teoria reticolare di Golgi e la teoria del neurone di Ramón y Cajal. D'altra parte, per renderci conto dei grandi passi compiuti nella ricerca scientifica, abbiamo visto con quali tecniche oggi si riesce a studiare l'attività del cervello in particolare a livello della corteccia (vedi diapositiva sotto riportata).



A sinistra, Camillo Golgi (1843-1926); a destra, Santiago Ramón y Cajal (1852-1934)



Quale memoria, quali strutture

È esperienza comune che si può ricordare un indirizzo, o un numero telefonico, per il tempo strettamente necessario al suo utilizzo, oppure si può ricordare anche dopo molti anni una poesia imparata. Una memoria o tante memorie? Per orientarsi occorre evidenziare la differenza tra memoria implicita ed esplicita e memoria a breve e lungo termine (vedi diapositiva a fianco).

Quali strutture cerebrali partecipano in modo specifico alla fissazione del ricordo? Dove sono localizzate? Quali sono le tecniche di indagine del cervello? Perché si parla di plasticità sinaptica? Queste, e molte altre domande sono nate nel lavoro, perciò ho guidato gli studenti a cercare informazioni sulle strutture e sulle molecole connesse alla memoria.

In particolare per capire che cos'è l'acetilcolina e qual è il suo ruolo nel consolidamento della memoria.

...breve o lungo termine...

La memoria a **lungo termine** si ha quando ci sono cambiamenti nelle strutture delle cellule nervose coinvolte in stimolazioni tattili prolungate, in modo che le informazioni apprese rimangano a lungo.

La memoria a **breve termine**, invece, si ha quando gli stimoli appresi vengono rimossi dopo poco tempo se non vengono stimolati in momenti successivi.

The long-term memory is when there are changes in the nerve cells involved in prolonged tactile stimulation.
The short-term memory is when the learned stimulus are removed after a short time if they aren't stimulated.



Come lettura impegnativa ho proposto alcuni brani di Eric Kandel (premio Nobel 2000 insieme a Arvid Carlsson e Paul Greengard "for their discoveries concerning signal transduction in the nervous system") tratti da *Principi di neuroscienze*, CEA, Milano 1994 e *Alla ricerca della memoria. La storia di una nuova scienza della mente*, Codice Edizioni, Torino 2007.

Un articolo di Cesare Peccarisi [Ci vuole naso per avere memoria](#), ha aperto una finestra sui neuroni a stella e sulle condizioni che favoriscono la fissazione del ricordo (vedi riquadro successivo).

Per ricordare meglio

Olfatto

Un odore particolare può fare riemergere vecchi ricordi che sembravano cancellati. Ciò è dovuto a un particolare tipo di neuroni detti neuroni a stella, situati nel bulbo olfattivo. Questi neuroni, che presentano ramificazioni più lunghe rispetto a quelli normali, trasmettono gli impulsi olfattivi ai centri cerebrali superiori, tra cui l'ippocampo. La memoria olfattiva, il cui centro è il rinencefalo, è la più antica forma di memorizzazione utilizzata dagli animali.

Emozioni

Si tendono a ricordare maggiormente eventi o situazioni in cui c'è stato un coinvolgimento diretto della nostra persona. Questo fenomeno è legato soprattutto all'amigdala, che svolge un ruolo fondamentale anche nel controllo della sensazione della paura. Lo stimolo ripetuto delle vie nervose che portano l'informazione sensoriale all'amigdala potenzia la trasmissione sinaptica che dura per un tempo molto prolungato. Per questo motivo, gli avvenimenti che suscitano in noi emozioni rimangono più impressi nella nostra memoria.

Osservazione

Uno dei metodi migliori e più utilizzati per ricordare è quello che sfrutta la visualizzazione di oggetti o situazioni; questo metodo è inoltre il più consono allo studio. Per esempio si possono associare i concetti ad argomenti già acquisiti; utilizzare punti di riferimento o parole chiave; costruire schemi immaginari su cui basare un discorso.

Associazioni

Il cervello rielabora le informazioni apprese e le immagazzina nel caso debbano poi essere rievocate; quando arriva il momento di ricordare, tutte le informazioni relative al ricordo vengono ricomposte. Quando capita di dimenticare qualcosa si cerca sempre di ripetere l'esperienza relativa partendo dalle sensazioni sonore, tattili oppure visive in modo da recuperare l'informazione mancante. Ci sono due tipi di associazione: quando si cerca di rievocare un ricordo ripercorrendo le sensazioni legate a esso oppure quando si pensa involontariamente a un evento lontano, spesso a causa di una sensazione che ci ha fatto rivivere inconsciamente il ricordo.

Esperimenti di memorizzazione in classe

Progettati insieme agli studenti, sono stati effettuati alcuni semplici esperimenti per verificare le condizioni che facilitano la memorizzazione di alcune parole (nel primo esempio di carattere umanistico, nel secondo di carattere scientifico). Abbiamo dimostrato che questo compito viene semplificato con l'utilizzo di collegamenti, anche buffi o inverosimili, tra i diversi termini perché situazioni del genere suscitano il nostro interesse e le nostre emozioni, facilitando quindi l'apprendimento.

Primo esperimento

Associare e porre in sequenza parole del lessico ordinario

Utilizzando una lista di 13 parole, apparentemente non collegate tra loro da alcun nesso logico, si può dimostrare come l'associazione ci permetta di ricordarle meglio: *leone, panno, gufo, casa, moto, bar, vestito, libro, uomo, camion, telefonino, gelati, veleno*.

A ogni parola corrisponde anche una immagine.

Per iniziare bisogna porre: un punto di partenza; una giusta sequenza; una trasformazione.

Per ricordare l'intera sequenza è necessario legare in maniera ordinata le varie immagini come fosse una catena. Vi sarà un legame tra la prima e la seconda immagine, tra la seconda e la terza e così via. Poiché le emozioni influiscono in modo particolare sui ricordi è importante inventare situazioni che suscitino la nostra.

Secondo esperimento

Associare e porre in sequenza parole del lessico scientifico

Le parole da memorizzare (in questo caso 14) sono riferite all'ambito biologico e in particolare al funzionamento del sistema immunitario: *cellule staminali, linea mieloide, monociti, granulociti, basofili, neutrofili, linea linfoide, linfociti B, plasmacellule, interferoni, proteine del complemento, fagociti, risposta immunitaria, istamina*.

In questo esperimento abbiamo scritto un testo «di fantasia» che lega tra di loro le parole date.

«Nel nostro corpo quando un microbo non desiderato attacca le difese immunitarie le nostre *cellule staminali*, che corrispondono a una fabbrica di soldati pronti all'attacco, producono due linee difensive: la *linea mieloide* e quella *linfoide*. A capo della prima vi sono i *monociti* che guidano le truppe alla difesa dei tessuti; queste truppe sono formate dai *granulociti* a cui sono sottoposte le *cellule basofile* e quelle *neutrofile*. I granulociti, i cui corpi sono suddivisi in granuli, sono aiutati nella loro azione dalle unità della linea linfoide. Questa linea, adibita all'addestramento degli anticorpi, è costituita da due classi di soldati, che hanno entrambi un compito molto importante: i *linfociti B* e le *plasmacellule*. Queste sono linfociti, che per meriti in battaglia, sono stati indirizzati verso questo campo di difesa.

Vi sono truppe pronte a rischiare la propria vita per la patria. Tale compito spetta agli *interferoni*, messaggeri che, quando l'organismo viene attaccato, viaggiano fino a raggiungere le basi circostanti e le avvertono del pericolo, facendo sì che esse producano difese antivirali. Altre milizie che si occupano dell'eliminazione dei nemici sono le *proteine del complemento*, che si attaccano ai virus e li fanno precipitare cosicché i *fagociti*, altri soldati che hanno l'arduo compito di mangiare i propri nemici, li possano distruggere. La *risposta immunitaria*, nel caso di un attacco di piccole dimensioni, dirama tra gli invasori un corpo scelto, l'*istamina*, che spiana il campo di battaglia favorendo un più facile arrivo delle truppe ausiliarie.»

A conclusione del percorso ho promosso una riflessione sull'importanza della formazione (anche scientifica), a partire da un libro autobiografico di Emilio Brizzi, *Idee per diventare neuroscienziato* (vedi indicazioni bibliografiche): «Nel proprio percorso la cosa principale da fare è costruirsi delle buone basi, studiando innanzi tutto la matematica e la fisica. Quando un giovane ricercatore ha acquisito una solida formazione in matematica e fisica, è in grado di trattare i dati, di qualunque tipo essi siano; è in grado di fare calcoli, qualunque siano le sue esigenze. Potrà studiare e fare ricerche in chimica, biologia molecolare, oncologia o elettrofisiologia. La buona preparazione matematico-fisica è quindi imprescindibile per diventare uno scienziato moderno».

Al di là dei risultati che ognuno sarà in grado di ottenere, consigli da considerare per il futuro.

Marina Minoli

(Biologa dell'Ordine Nazionale, specializzata in Didattica delle scienze e in Comunicazione scientifica, è docente di ruolo di Scienze Naturali, chimica e geografia presso il liceo scientifico "G. Marconi" di Chiavari.)

Indicazioni bibliografiche

- ¹ E. Brizzi, *Idee per diventare neuroscienziato*, Zanichelli, Bologna 2007.
- ² G. Rizzolati e L. Voza, *Nella mente degli altri*, Zanichelli, Bologna 2008.
- ³ D. Ruelle, *La mente matematica*, Dedalo, Bari 2007.
- ⁴ G. Marcus, *La nascita della mente*, Codice Edizioni, Torino 2004.
- ⁵ P. Mazzarello, *La biografia di Camillo Golgi: la vita del genio dell'osservazione*
- ⁶ M. Minoli (a cura di), *Quaderno di Biologia Neuroscienze 2010*, Linx Editore.
- ⁷ M. Minoli, *Da cellule matricola a laureate*, in *Le Scienze*, marzo 2001.
- ⁸ M. Minoli, *Meglio imparare le lingue da giovani*, in *Mente e cervello*, maggio 2003.

