

INTRODUZIONE

L'apprendimento è una capacità del cervello basata sul funzionamento dei neuroni e delle reti che questi formano. Attualmente la sfida maggiore in questo campo consiste nell'individuare i cambiamenti neuronali provocati dall'esperienza e dall'apprendimento e nell'intervenire su di essi. Questo obiettivo comporta lo sviluppo di tecnologie precise, affidabili e sicure per attivare le reti cerebrali e cambiare il comportamento a piacere. Potenziare l'apprendimento, compensarne i limiti e renderlo più autonomo e autoregolato farà diventare l'essere umano architetto del proprio cervello.

Migliorare la capacità di apprendere significa migliorare la nostra vita. L'autoregolazione del funzionamento cerebrale ci permetterà, tra i numerosi vantaggi, di essere più liberi e autonomi nelle nostre decisioni. Per raggiungere questo obiettivo è necessario sapere in cosa consistono l'apprendimento, i diversi modi di imparare, i cambiamenti neuronali che li favoriscono e le vie di potenziamento e di miglioramento offerte dalle conoscenze attuali, nonché gli sviluppi futuri della neuroscienza.

Il primo passo è quindi conoscere l'apprendimento e i cambiamenti che provoca nel cervello. Grazie alla loro immensa capacità di imparare e ricordare, gli esseri umani possono districarsi in un mondo mutevole, traendo vantaggio dall'esperienza, anticipando ciò che può succedere e affrontando nuove situazioni con più alte possibilità di successo. La capacità di apprendere e di conservare i ricordi fa parte anche dell'identità personale e della vita sociale. La memoria dà continuità alla coscienza, ci parla di ciò che siamo per noi e per gli altri, ovvero il prodotto delle nostre esperienze precedenti e di quelle che abbiamo in comune con altri. Le esperienze comuni di vario tipo rendono possibili la comunicazione e l'appartenenza ai gruppi sociali, dal momento che la nostra memoria è in gran parte confermata e rafforzata dagli altri. Al tempo stesso questa complessità si basa su operazioni neurali, in particolare sulla capacità dei neuroni di rinforzare le loro connessioni quando si attivano insieme.

Tuttavia, è un dato di fatto che non impariamo sempre nello stesso modo. Il cervello reagisce con intensità di fronte agli avvenimenti legati alla sopravvivenza e a quelli che contribuiscono a mantenere il suo stato interno e le sue costanti vitali. Conserva una traccia di questi avvenimenti, così da poterli individuare e reagire più prontamente e in modo adeguato quando si ripresenteranno. Tende inoltre ad associare gli avvenimenti rilevanti con altri aspetti del contesto che, a loro volta, fanno da segnali e anticipano le reazioni di fronte a qualcosa di significativo.

La neuroscienza dell'apprendimento studia i diversi modi in cui l'esperienza modifica l'attività cerebrale. Riguarda principalmente i cambiamenti provocati dall'attività sensoriale o motoria e gli apprendimenti per associazione e per conseguenza o rinforzo. Tra questi ultimi ci sono gli apprendimenti espliciti, più coscienti, e quelli impliciti e di formazione delle abitudini, più automatici, oltre a quelli di natura emotiva, come l'apprendimento della paura o le memorie istantanee. I ricercatori studiano questi processi attraverso modelli semplici in cui si possono indagare i meccanismi neurali.

Il cervello cambia nel corso del suo sviluppo e si riorganizza con l'esperienza. Data la grande capacità di cambiamento, o plasticità, dei suoi neuroni, viene modificato mediante stimolazione sensoriale o per sua assenza. L'interazione continua con l'ambiente fisico e sociale provoca cambiamenti con maggiore intensità in alcune fasi della vita. Conoscendo come si riorganizza il cervello in seguito a un determinato tipo di esperienze, è possibile migliorare i percorsi di riabilitazione dei pazienti con invalidità di vario genere e attenuare gli effetti dell'età.

La facilità di imparare dipende anche da una serie di fattori che modulano l'apprendimento, come l'attenzione o lo stato dell'organismo (più attivo o più sveglio, rilassato o emozionato), che influiscono sui cambiamenti che si verificano nelle connessioni tra i neuroni. Tra questi processi modulatori è compreso il sonno, che svolge un ruolo importante nella stabilizzazione della memoria.

Ogni volta che affrontiamo una nuova situazione il cervello cambia e si riorganizza. Quindi imparare è un processo dinamico di costruzione e ricostruzione, in cui la memoria e l'oblio svolgono un ruolo importante. Il loro studio ci permette di conoscere in quali condizioni si conserva o si consolida ciò che abbiamo imparato, perché alcuni ricordi persistono e altri no e da cosa dipende la maggiore o minore facilità di recuperarli a piacimento.

Data la varietà e la complessità dei modi di apprendere, esistono diverse modalità per intervenire in questo processo, sia per ricordare meglio quello che si impara sia per eliminare tracce di apprendimenti che potrebbero danneggiare la persona. In futuro, si potrà anche intervenire a livello farmacologico e genetico per riparare gli effetti dell'invecchiamento e superare le difficoltà di apprendimento.

Per cercare di potenziare l'apprendimento nel modo più efficace bisogna conoscere i meccanismi cellulari che lo favoriscono. Come risultato dell'apprendimento si producono cambiamenti molecolari nei legami tra i neuroni e nei circuiti e reti che questi formano. I

neuroni hanno la proprietà di reagire ai segnali elettrici e chimici che ricevono e di trasmetterli ad altre cellule nervose. Un gran numero di neuroni, inoltre, è specializzato nel conservare l'impatto o l'effetto di questi segnali per lunghi periodi di tempo. Questi meccanismi utili a immagazzinare i cambiamenti poggiano su processi chimici propri del normale funzionamento cellulare e si sono conservati nel corso dell'evoluzione.

Nei neuroni esistono zone specializzate in cui si verificano il contatto e lo scambio tra segnali elettrici e chimici e con le altre cellule nervose. I meccanismi cellulari fondamentali hanno inizio quando la frequenza o l'intensità della stimolazione che ricevono i neuroni aumenta o diminuisce, provocando un rafforzamento o un indebolimento delle connessioni. Questi cambiamenti si conservano o si consolidano, e modificano il comportamento per un periodo variabile di tempo. I cambiamenti molecolari includono spesso l'attivazione o la disattivazione di geni e la loro interazione con altri processi cellulari.

Conoscere questi meccanismi consente sia di sapere quali neuroni stanno intervenendo nell'apprendimento in un determinato momento sia di modificarli, in modo diretto o indiretto, nel punto in cui tali processi si manifestano. Si può osservare in tempo reale la formazione di una traccia di memoria e la si può attivare, silenziare o sopprimere mediante tecniche diverse. I neuroni si organizzano in reti specializzate che funzionano insieme e in cui la chiave è l'interazione o la connettività, per cui le tracce di ciò che impariamo dipendono sia dalla plasticità delle unioni tra i neuroni sia dalla forza delle connessioni che esistono tra questi. Più i neuroni di una rete sono sincronizzati in una data attività, migliore è l'apprendimento. Quindi per potenziare l'apprendimento bisogna potenziare o azionare i punti più attivi delle reti cerebrali che intervengono in esso.

Oggi è già possibile rilevare e decifrare, o decodificare, l'attività di un gran numero di neuroni e trasformarla in segnali elettrici che

servano a modificare il cervello o il comportamento, o ad attivare macchine e dispositivi esterni, mediante tecniche note come neurofeedback o interfacce neurali. Questo tipo di tecniche contribuiscono ad attenuare gli effetti dell'età e le gravi limitazioni provocate da lesioni. In futuro, sarà normale attivare esoscheletri o protesi attraverso ordini cerebrali diretti.

Ci si chiede, dunque, come potenziare l'apprendimento agendo sui sistemi e sui processi descritti. L'essere umano dispone già di alcune tecniche in questo campo. Gli interventi tradizionali di tipo educativo e le modalità di insegnamento di abilità oggi possono essere migliorati con l'uso dei videogiochi e della realtà virtuale, che svolgono già un importante ruolo a livello scolastico, nella riabilitazione e a sostegno della vecchiaia e che aiutano a migliorare l'apprendimento in generale. La pratica dei videogiochi può cambiare la struttura e la connettività delle regioni cerebrali e migliorare lo svolgimento di molte attività. Inoltre, le conoscenze attuali sul sonno indicano che questo, mentre dormiamo, può migliorare in vari modi la stabilizzazione delle tracce di apprendimento.

La ricerca farmacologica cerca di individuare sostanze che non soltanto modulino l'apprendimento, ma agiscano direttamente sui suoi meccanismi molecolari. I progressi in questo campo permetteranno di mettere fine alla dipendenza dall'uso di stimolanti per potenziare l'attività mentale. Gli sviluppi più recenti, uniti alla nanotecnologia, consentiranno alle sostanze chimiche di agire sulle regioni cerebrali con grande precisione, mediante nanoparticelle che liberano le molecole trasportate su stimolazione da parte di fasci luminosi o di ultrasuoni. Questo stesso tipo di applicazione sostituirà probabilmente la stimolazione cerebrale profonda, che attualmente utilizza impianti permanenti di cavi ed elettrodi. La stimolazione cerebrale elettrica e magnetica è già sviluppata a livello clinico, sebbene alcuni aspetti chiave del suo uso siano ancora ignoti. La sua applicazione oggi è focalizzata principalmente sulla clinica e sulla riabilitazione, ma si sta studiando la sua estensione

al potenziamento dell'apprendimento, in particolare di abilità specifiche di tipo motorio o di alcuni aspetti della memoria di lavoro. Si esplora soprattutto il suo potere attivatore di reti cerebrali estese.

Nella ricerca animale si è già ottenuto l'oblio artificiale o la cancellazione di memorie. Si possono eliminare abitudini dannose e provocare l'oblio di ricordi intensi molto negativi agendo direttamente sui neuroni e sulle sinapsi responsabili del comportamento in questione. Nei roditori si è riusciti a individuare i neuroni e le sinapsi che intervengono in un apprendimento della paura analogo a quello che si verifica nell'essere umano. Si è stati in grado di agire sui neuroni coinvolti attraverso diversi procedimenti, per esempio usando sostanze che intervengono sullo sviluppo cellulare per riorganizzare i circuiti di memoria e provocare l'oblio. Si è riusciti anche a silenziare questi neuroni mediante tecniche optogenetiche (una combinazione di tecniche genetiche e ottiche).

L'agilità e le abilità, semplici e complesse, si acquisiscono in genere attraverso istruzioni, attraverso la ripetizione e l'imitazione di movimenti e l'acquisizione per prova o errore. Questo modo di apprendere è lento e costoso, ma potrà diventare più facile, piacevole e veloce agendo direttamente sulle corrispondenti regioni cerebrali mediante la somministrazione di neurotrasmettitori o la stimolazione intracranica (profonda). La decodificazione cerebrale progredisce, tanto da rendere possibile la trasformazione del codice dell'attività cerebrale di un'abilità in una stimolazione che possa far funzionare una macchina. Grazie alla stimolazione elettrica cerebrale e ai lavori pionieristici su trapianti o protesi di memoria, imparare un'abilità o un mestiere può diventare un'attività accessibile a molte persone senza bisogno di investire molti anni in tale apprendimento.

La possibilità reale di modificare il nostro cervello, di aumentare le nostre abilità intellettuali e pratiche e di superare la maggior parte dei limiti esistenti per imparare e ricordare è dunque a portata di mano.