

DROGHE E LIBERA RICERCA

Chi ha paura dei cervelli stupefacenti

Le sostanze psicoattive causano certamente danni al sistema nervoso, soprattutto agli adolescenti, ma non tutte allo stesso modo e hanno anche nuove potenzialità terapeutiche

di **Gilberto Corbellini**

Il nostro cervello è il risultato di un lunghissimo processo evolutivo che ha visto selezionarsi il materiale biochimico di cui è fatto, quindi anche i neurotrasmettitori usati per elaborare i segnali e produrre l'informazione che governa i nostri comportamenti, in risposta agli stimoli ambientali. Tra questi stimoli c'erano e ci sono sostanze presenti nell'ambiente con effetti in parte tossici, ma in grado di modificare il comportamento e produrre un'alterazione degli stati mentali. Sono le droghe: oggi pensate solo in negativo, per motivi di ipocrita convenzione e perché a causa del moralismo proibizionista sono prodotte e commercializzate criminalmente per far danni e trarne ingenti guadagni, ma che sono state parte integrante della storia alimentare, emotiva e cognitiva della nostra specie.

Farmacologi, medici e politici dovrebbero chiedersi non solo, e giustamente: «drogarsi fa male?». E che causi danni non ci sono dubbi. Ma la domanda non meno cruciale è: «perché ci droghiamo?»; cioè «perché nonostante facciano anche male, così tante persone (ma non tutti!) cercano le droghe e sono disposte a cor-

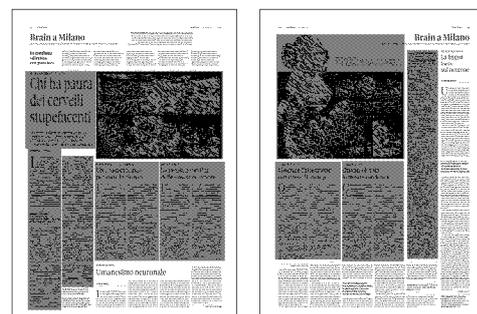
rere gravi rischi e andare contro le leggi pur di ottenere l'effetto che esse producono sul cervello?». Se poi si volesse affrontare intelligentemente la questione ci si domanderebbe: «stante il modo in cui funziona il cervello e dato l'effetto dei diversi principi psicoattivi, quanto fa male consumare questa o quella specifica droga, in questo o quest'altra preparazione?». Infine: «in che misura il danno che la droga causa rischia di essere amplificato da un intervento che non tiene conto della biologia del comportamento umano, per come si è evoluta attraverso la selezione naturale dei processi che regolano in particolare le nostre emozioni?». Chi ragiona con pregiudizi ideologici, è infastidito dalla libertà e dall'autodeterminazione, pensa in termini di paternalismo medico e non ha una visione darwiniana dei problemi medico-sanitari, non sarà disposto ad andare più a fondo.

Ma ci sono dei fatti scientifici, che è immora-

le nascondere sotto il tappeto. E che danno indicazioni di quale sarebbe una politica sana ed efficace per contrastare le tossicodipendenze. "Senza aria fritta", come dice il sottotitolo di un bel libro del neurofarmacologo ed epidemiologo David Nutt, che tre mesi fa ha cofirmato un articolo su «Nature Reviews Neuroscience», in cui si dimostra che le leggi che classificano, senza giustificazione, come molto pericolose e rendendole quindi illegali alcune droghe che fanno meno danni dell'alcool o del tabacco, di fatto censurano la ricerca neuroscientifica, e ritardano gli avanzamenti nella ricerca di trattamenti più efficaci per gravi malattie mentali.

I neuroscienziati sono provvidi di esempi sulle potenzialità scientifiche e mediche di una ricerca che potesse accedere senza limitazioni alla sperimentazione in laboratorio su tutte le droghe psicoattive. Una ricerca libera potrebbe studiare gli effetti della *cannabis*, che

Le leggi proibizioniste penalizzano gli studi neuroscientifici impedendo progressi nello studio della mente e delle cure di gravi malattie



è stata usata per millenni dai medici ed è proibita senza valide ragioni scientifiche e mediche. I principi attivi della *cannabis* sono già terapeuticamente indicati per controllare la spasticità nei malati di sclerosi multipla, per stimolare l'appetito e come analgesici. Ma ci sono indicazioni per trattare alcune insonnie, i disturbi da deficit di attenzione e iperattività, il disturbo post-traumatico da stress e alcune forme di ansia. Inoltre, poiché i cannabinoidi inducono stati psicotici reversibili, questa droga aiuterebbe a capire la natura della psicosi, oltre che le basi neurofisiologiche della coscienza, del dolore e dell'appetito, ma anche la regolazione delle emozioni. Tra l'altro nel nostro cervello i recettori per i cannabinoidi – gli endocannabinoidi – sono presenti più di qualunque altro recettore per i principi attivi delle droghe, a riprova che con le specie vegetali del genere *cannabis*, abbiamo fatto un percorso evolutivo in comune, aiutandoci reciprocamente ai fini della riproduzione e sopravvivenza. Il consumo della *cannabis* è forse più antico e più implicato nel controllo individuale e sociale dei disagi umani, del consumo delle piante che producono nicotina. Ma la nicotina è legale. Nonostante il fumo di sigarette aumenti del 20% il rischio di cancro del polmone. Mentre l'unico rischio calcolato, ben più basso cioè del 2%, con la *cannabis*, sono episodi psicotici più prolungati ma sempre reversibili.

Non meno lunga è la storia evolutiva dei rapporti tra il nostro cervello e gli psicotici (etimologicamente, dilatatori della mente), diffusissimi in natura e contenuti in funghi (psilocibina, Lsd), *cactus peyote* (mescalina), radici (ibogaina), eccetera. La psilocibina è già indicata per trattare medicalmente disturbi ossessivo compulsivi ed emicranie a grappolo, ma vi sono indicazioni terapeutiche per le depressioni gravi. Sul piano degli interessi per la ricerca neuroscientifica, lo studio sperimentale della psilocibina aiuterebbe a capire meglio la coscienza, i processi percettivi e l'origine delle psicosi e dei disturbi dell'umore. Anche l'Lsd è efficace per trattare emicranie e grappolo e per lo studio della coscienza, della psicosi, della percezione. Gli psicotici consentirebbero di studiare meglio i recettori della serotonina, e sono usati, benché spessissimo illegalmente, per aiutare i malati terminali ad affrontare serenamente il trapasso. Ci vuole una bella cattiveria umana per negare a chi sta morendo nell'angoscia di assumere qualcosa che lo farebbe star bene, con la scusa idiota che è illegale!

Esempi analoghi si possono fare per droghe stimolanti come l'Mdma e il mefedrone. Ma un caso incredibile è quello della *ketamina* e di alcuni derivati meno tossici: oltre che come analgesico e anestetico, la *ketamina* è potentissima per trattare la depressione. Milioni di persone che soffrono di depressioni gravi si risparmierebbero tanta sofferenza, e alcuni non si suiciderebbero, se non fosse l'ottusità dei politici e dei moralisti a governare le società.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

CONCETTI CHIAVE DELLA MOSTRA / 1

Un «connettoma» per tutte le sinapsi

Una cellula nervosa semplice è costituita da quattro componenti: il corpo cellulare (o soma), i dendriti, cioè proiezioni ramificate che escono dal corpo cellulare e dove viene ricevuta la maggior parte dei segnali provenienti da altre cellule, l'assone, una lunga proiezione che emerge dal corpo cellulare e raggiunge altre cellule nervose e che è rivestita dalle cellule gliali che lo isolano, e il terminale assonale, dove le cellule formano sinapsi con altre cellule. Le cellule nervose hanno forme e dimensioni diverse, a seconda della posizione che occupano e della loro funzione all'interno del sistema nervoso, e vengono classificate sulla base della loro funzione e della direzione di comunicazione. La più lunga cellula nervosa che sia mai stata individuata si trova nel calamaro colossale in cui le cellule nervose possono essere lunghe anche 12 metri. È possibile che la balena blu, il più grande vertebrato vivente, disponga di cellule nervose ancora più lunghe, ma non lo sappiamo per certo. Alla nascita il cervello umano conta circa cento miliardi di cellule, mentre altri organismi come i cani ne hanno meno (un miliardo), perché hanno il cervello più piccolo. Il moscerino della frutta, *Drosophila melanogaster*, ne ha centomila, la lumaca di mare californiana utilizzata negli studi neurobiologici sulla memoria, *Aplysia californica*, ne ha ventimila e infine il nematode *Caenorhabditis elegans*, che ha poco più di mille cellule in tutto, ha solo 302 cellule neurali.

Il numero di connessioni di una cellula nervosa tipo è pari a mille, il che significa che in media il nostro cervello dispone di 1000x100.000.000.000 (cento trilioni) di

connessioni. In effetti, dal momento che tutto ciò che occorre per formare una connessione neurale è un po' di materiale dendritico, il numero di posti in cui è possibile formare una sinapsi teoricamente supera di molto persino i cento trilioni. Usando l'area degli assoni come guida, è stato stimato che il numero di possibili connessioni nel cervello umano sia superiore a 10^{16} , vale a dire un 1 seguito da settantasei zeri, un numero che appartiene allo stesso intervallo di particelle dell'universo conosciuto. Queste connessioni tra le cellule nervose sono ciò che il neurologo Charles Scott Sherrington definì sinapsi ed è la loro particolare biologia a rendere così flessibile il nostro sistema nervoso. Gran parte dell'attività del sistema nervoso è di natura elettrica e si basa sull'attività del potenziale d'azione, ma al contempo vi sono anche molte comunicazioni di natura chimica che intercorrono tra proteine, neurotrasmettitori e recettori. Capire come funziona anche questa comunicazione chimica è fondamentale per la comprensione del sistema nervoso. Come sono posizionate tutte queste cellule nervose e sinapsi nel cervello? Lo scienziato del MIT Sebastian Seung e colleghi hanno avviato un imponente progetto per capire come sono collegate tra loro le cellule neurali e dove si situano i punti di interconnessione. Fedeli allo spirito dei progetti condotto su vasta scala come il "Progetto Genoma umano" (tutti i geni della cellula umana) e il "Proteoma umano" (tutte le proteine prodotte dalla cellula umana), Seung e colleghi hanno coniato un altro "-oma", il connettoma, nome con cui viene designato il progetto che mira a decifrare le connessioni all'interno del cervello.

© RIPRODUZIONE RISERVATA



CONCETTI CHIAVE / 2

La tavola periodica delle nostre emozioni

In *Affective Neuroscience: The Foundations of Human and Animal Emotions*, Jaak Panksepp si domanda se i neuroscienziati debbano comprendere le emozioni per capire il cervello: «informazioni sul cervello scoperte di recente, come le svariate omologie anatomiche, neurochimiche e neurofisiologiche che esistono tra le diverse specie di mammiferi, hanno il potenziale di rendere misurabili, manipolabili e pertanto scientificamente reali quei processi neuromentali quali le percezioni emotive». Per Panksepp, ciò che un tempo non era altro che un tentativo di natura alchemica, adesso ha una tavola periodica che lo rende più solido dal punto di vista scientifico. Nella sua concezione, le emozioni sono fondamentali per comprendere il cervello e pure accessibili, anche se però sono ancora piuttosto elusive, dal momento che per certi versi riconoscerle e assegnare loro un nome è, almeno in parte, un'operazione soggettiva e priva di scientificità. Per esempio, se per Aristotele le emozioni erano dodici e per Baruch Spinoza erano suddivise in 48 tipi diversi, per lo psicologo Burrhus Frederic Skinner non esistono affatto.

Più di recente, grazie a brillanti esperimenti condotti sia su animali che su esseri umani con lesioni cerebrali, psicologi come Panksepp hanno individuato cinque emozioni: felicità, tristezza, rabbia, paura e disgusto, che hanno cercato di comprendere compiendo impegnativi studi al riguardo. Essi hanno usato l'approccio consolidato di individuare e studiare soggetti con lesioni cerebrali specifiche che evocassero un difetto o un'alterazione psicologica defi-

niti. Uno degli esempi più noti di questo approccio implica l'esame di diverse persone affette da un danno all'amigdala su entrambi i lobi del cervello. L'amigdala è una piccola struttura cerebrale profonda, collocata bilateralmente che, a seconda dei casi, viene fatta appartenere al sistema limbico o ai gangli basali. Quando ai soggetti con danno bilaterale all'amigdala venivano mostrate immagini di volti umani con espressioni facciali che denotavano emozioni diverse, essi non reagivano ai volti che esprimevano paura, il che dimostrava come la comprensione di base della paura possa risultare alterata da una perdita funzionale in una determinata regione cerebrale. Osservando una serie di soggetti che mostrano alterazioni psicologiche diverse se sottoposti alle stesse espressioni facciali, siamo in grado di "atomizzare" o separare la varietà delle risposte emotive. Altri ricercatori, come il neurobiologo Antonio Damasio, sono inclini a distinguere l'emozione da ciò che considerano un livello superiore di comportamento e chiamano sentimento.

Damasio ritiene che le emozioni e i sentimenti siano strettamente legati tra di loro, ma che le prime siano un'espressione pubblica del cervello, mentre i secondi ne rappresentino un aspetto privato. E c'è di più, le emozioni vengono prima dei sentimenti: «abbiamo prima emozioni e dopo sentimenti, poiché l'evoluzione ci ha portato in tale direzione». Per Damasio, le emozioni sono il risultato di reazioni semplici che «promuovono la sopravvivenza di un organismo e pertanto hanno prevalso nell'evoluzione».

© RIPRODUZIONE RISERVATA

CONCETTI CHIAVE / 3

Misurate l'attenzione con il test di Stroop

Ogni giorno il cervello naviga tra sensazioni, pensieri e ricordi in competizione tra loro per ottenere la nostra attenzione. Per raggiungere il nostro scopo, dobbiamo ignorare certe informazioni e concentrarci su altre.

Il test di Stroop (in cui si deve pronunciare ad alta voce il colore con cui è stampata una parola, che può indicare un colore diverso da quello in cui è scritta) mette alla prova la nostra capacità di farlo e il modo in cui il cervello «lavora» per ottenere quanto detto è descritto qui di seguito:

La fase 1 consiste nella lettura effettiva delle parole: le aree cerebrali consacrate alla comprensione della visione e del linguaggio (area di Wernicke) ci aiutano a leggere la parola.

La fase 2 consiste nell'indicare il nome del colore: le aree incaricate della produzione del linguaggio e della visione (area di Broca) ci aiutano a riconoscere e dare un nome al colore delle lettere.

La fase 3 consiste nel rilevare il conflitto: la corteccia cingolata rileva il conflitto tra la parola e il colore, quindi rilascia il messaggio alla parte anteriore del cervello.

La fase 4 consiste nel controllare l'attenzione con la finalità di indirizzarla verso il compito assegnatole: i gruppi di neuroni della corteccia prefrontale ci aiutano a focalizzare l'attenzione solo sul colore.

Quando ci opponiamo al bisogno di leggere le parole, stiamo utilizzando i centri esecutivi posizionati nella parte antero-

re del cervello, insieme a una parte più profonda della corteccia che ci intima di rimanere vigili.

Mentre pianifichiamo le mosse per impilare i pezzi della Torre di Hanoi, i neuroni vicini alla parte anteriore del cervello si animano.

Essi ricevono un turbinio di segnali dal resto del cervello, aiutandoci a soppesare le opzioni a nostra disposizione e a scegliere le mosse migliori; poi il piano viene trasmesso all'area motoria del cervello per spingerci all'azione.

Vediamo ora quali sono le principali aree del cervello coinvolte.

Lo step 1 consiste nel pensare dal punto di vista dello spazio: le aree di elaborazione visiva e spaziale ci aiutano a vedere i pezzi del gioco e la loro relazione spaziale, oltre che a immaginare le mosse. Il pensiero ha luogo nella corteccia visiva e parietale.

Lo step 2 consiste nel pensare logicamente: le aree di pianificazione ci aiutano a coordinare le informazioni provenienti da altre aree del cervello, usando la memoria a breve termine per conservare il ricordo dei pensieri e valutare pro e contro delle possibili mosse. Le aree di pianificazione si trovano nella corteccia prefrontale.

Lo step 3 consiste nel controllo dei movimenti: le aree motorie preparano i muscoli delle dita e delle mani a spostare i pezzi circostanti.

Le aree motorie si trovano nella corteccia premotoria e motoria del cervello.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

CONCETTI CHIAVE / 4

Quando è nata la mente moderna

Ci possiamo solo limitare ad avanzare mere ipotesi quando si tratta di conoscere esattamente quale sia stato l'ingrediente fisico che, acquisito ma non del tutto sfruttato all'origine della nostra specie, rende possibile il nostro stile conoscitivo che è unico nel suo genere. Le probabilità non depongono a favore del concetto per il quale questo nuovo ingrediente sia di natura quantitativa, un semplice risultato passivo dell'aumento della massa cerebrale. I Neanderthal avevano un cervello grande quanto il nostro, ma evidentemente gestivano gli stimoli in arrivo in modo del tutto diverso. Resta possibile che un giovane Neanderthal, a confronto con il giusto substrato culturale, sarebbe stato in grado di acquisire le condizioni cognitive moderne, cosa improbabile invece nel caso in cui questo implicasse percorsi neurali nuovi. È più probabile che i Neanderthal fossero in possesso di un'intelligenza puramente intuitiva, per quanto potente. Oltre a una conoscenza simbolica, mancava loro anche il linguaggio, a noi così familiare, nonostante questi usassero sicuramente forme sofisticate di comunicazione vocale, a cui si aggiungevano la comunicazione gestuale e quella corporea che usiamo anche noi per quanto spesso non ne siamo sempre consapevoli. Il linguista Philip Lieberman pensa che il linguaggio moderno sia un'acquisizione molto recente della stirpe umana, avvenuta forse tra i novantamila e i cinquantamila anni fa. Egli sostiene che il fine controllo delle strutture che consentono la locuzione deve essere stato acquisito per cooptazione di strutture moto-

rie preesistenti nel cervello, in cui erano comprese aree non solo della corteccia prefrontale, ma anche dei sottostanti gangli basali e del cervelletto. Tutto questo ha senso in termini di meccanismo evolutivo. Il neuropsicologo Frederick Coolidge e l'antropologo Thomas Wynn considerano la completa acquisizione della conoscenza moderna come un evento ancora più recente. Riprendendo il caso classico di Phineas Gage, che perse la capacità di controllare le sue emozioni quando una barra di ferro gli trafisse i lobi frontali, essi fanno risalire le straordinarie capacità cognitive dell'umanità a dei miglioramenti delle funzioni «esecutive» della corteccia prefrontale che controlla il processo decisionale, la formazione degli obiettivi, la pianificazione e così via.

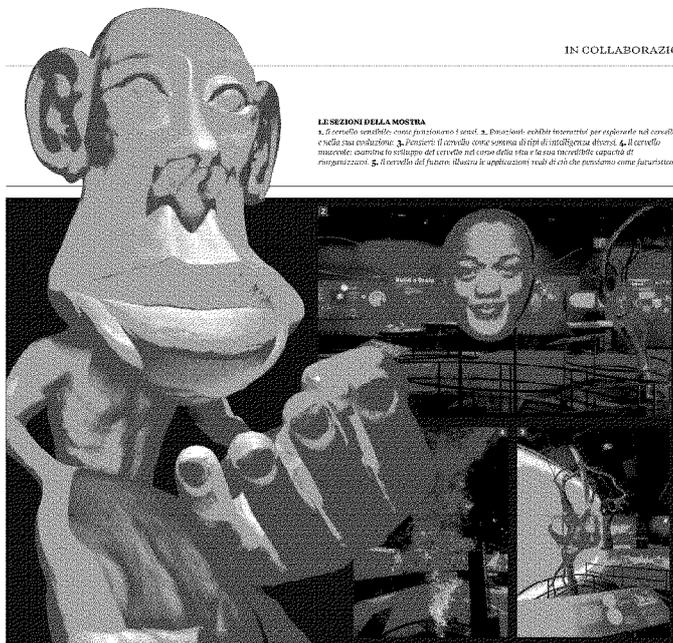
Sulla base di un'analisi dei reperti archeologici, Coolidge e Wynn distinguono due progressi cognitivi principali, a cui si è assistito nel corso dell'evoluzione umana. Il primo si è verificato quando l'Homo ergaster e i suoi simili hanno intrapreso un'avventura ecologica completamente nuova che richiedeva un approccio del tutto diverso alle esigenze della vita. L'altro si è verificato quando è stato acquisito il «pensiero totalmente moderno», reso possibile da una drastica espansione della memoria operativa, espressa in modo evidente nelle espressioni fenomenali dell'arte dei Cro-Magnon. Coolidge e Wynn hanno anche sostenuto che, basandosi sugli standard di riconoscimento, è stato possibile individuare la conoscenza completamente moderna solo in tempi molto più recenti.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

IN COLLABORAZIONE

LE SEZIONI DELLA MOSTRA

1. Il cervello evoluto: come funzionano i sensi. 2. Emozioni: exhibit teatrali per esplorare il cervello e nella sua evoluzione. 3. Pensieri: il cervello come sistema di rete di interazioni e diversi. 4. Il cervello moderno: quanto in sviluppo nel cervello nel corso della vita e la sua incredibile capacità di riorganizzazione. 5. Il cervello del futuro: illustra le applicazioni reali di ciò che pensiamo come futuristico.



FARE COSE COI NEURONI

Istruzioni per l'uso in decine di exhibit interattivi

«Brain. Il cervello: istruzioni per l'uso», a cura di Rob DeSalle, ospita una moltitudine di avvincenti exhibit interattivi, puzzle e giochi che insegnano ai visitatori, attraverso esperienze dirette, come funziona il cervello. Per esempio:

● **Illusione immagine-suono**

Questo exhibit inganna il cervello facendogli udire suoni che non ci sono, presentandogli informazioni visive fuorvianti, a dimostrazione di come il cervello integra i diversi sensi - in questo caso, vista e udito.

● **Tavolo delle sinapsi**

Quando i visitatori mettono le mani su questo tavolo dei movimenti neuronali, l'exhibit interattivo ad elevato contenuto tecnologico «trasforma» le loro mani in neuroni, in modo da permettere loro di interagire con altri neuroni (le mani di altre persone), simulando una sinapsi in azione.

● **Build-a-Brain - costruisci un cervello**

Questo exhibit interattivo svela il percorso evolutivo del cervello a partire dal tronco cerebrale fino al lobo frontale allargato, caratteristica esclusiva degli esseri umani. Pezzo per pezzo, gli utenti costruiscono un modello gigante di cervello umano e nel contempo scoprono i punti in comune e le differenze tra il cervello umano e quello degli altri animali.

● **Neurotrasmettitori**

I visitatori premono dei pulsanti per controllare le azioni di un personaggio virtuale all'interno di una storia interattiva sul processo decisionale. In ciascuna fase, l'utente scopre le sostanze chimiche, denominate neurotrasmettitori, coinvolte nei diversi stati emotivi quali desiderio, conflitto e angoscia.

● **Apprendimento del linguaggio**

Questo exhibit incita i visitatori a ripetere delle parole in lingue diverse, per poi confrontare le onde sonore che ne risultano con quelle della pronuncia corretta. In tal modo svela che, anche se tutti gli esseri umani sono in possesso delle «connessioni» del linguaggio, l'intonazione corretta di solito richiede l'esposizione a suoni specifici in fasi precoci della vita.

● **Riprodurre una forma**

Un compito semplice si rivela incredibilmente difficile quando ai visitatori viene chiesto di cercare di riprodurre una forma semplice guardando in uno specchio. Questo exhibit illustra la memoria procedurale, denominata anche la memoria del «come si fa», che viene immagazzinata nel cervello quando si mette in pratica una competenza.

● **Numeri alla mano**

Questo exhibit sfida i visitatori a ricordare una lunga sequenza di numeri dati in «pezzetti» per illustrare in che modo i numeri sono più facili da ricordare se presentati in piccoli gruppi anziché in una lunga serie.

● **Giochiamo a impilare**

Ai visitatori viene chiesto di spostare una serie di mattonelle da un polo a un altro seguendo alcune regole. Sembra un gioco da bambini? Non lo è: portare a termine questo compito richiede la pianificazione anticipata di tutte le mosse, una funzione della corteccia prefrontale, coinvolta in tutte le forme di pensiero cosciente.

● **Test di Stroop**

Usato di frequente dagli psicologi, questo test mette di fronte ai visitatori un elenco di colori. Il colore in cui è scritta la parola che lo rappresenta talvolta corrisponde (ad esempio, la parola «rosso» è scritta in colore rosso), in altri no (ad esempio la parola «verde» è scritta in blu). Indotti a identificare il colore in cui è scritta la parola, i visitatori capiscono a quale sforzo sia sottoposto il cervello quando deve affrontare stimoli concorrenti.

© RIPRODUZIONE RISERVATA