

Neuroscienze

Il dossier è articolato nelle seguenti sezioni:

[Articoli](#)

[Glossario](#)

[Competenze](#)

[Collegamenti interdisciplinari](#)

[Ulteriori risorse online](#)

Articoli

Articolo di Eleonora Degano, pubblicato su OggiScienza

Il cervello si può allenare come un muscolo?

Segui il link per leggere l'articolo direttamente sul sito di OggiScienza

<https://oggiscienza.it/2016/10/12/brain-training-funziona-apprendimento/>

APPROFONDIMENTO – Nel 2015 SharpBrains stimava per il mercato della **digital brain health**, meglio conosciuto come brain training, un valore di 1,3 miliardi di dollari. Destinato ad aumentare senza sosta e superare, con le vendite previste per il 2020, i 6 miliardi di dollari di introiti. Ma cos'è davvero il brain training, perché ci piace così tanto e soprattutto: funziona davvero?

Appena un anno prima due gruppi di scienziati hanno detto la loro con delle lettere aperte pubblicate online. La prima, con oltre 70 firmatari, sosteneva che le prove scientifiche a sostegno del brain training [erano insufficienti](#), soprattutto per poter dichiarare che previene o rallenta il declino cognitivo. [Nella seconda](#), invece, [127 tra ricercatori e terapisti](#) sostenevano che la letteratura era piena di studi più che validi: il brain training non migliorava solo l'abilità nello svolgere il compito specifico in cui ci si era cimentati, ma

aumentava le capacità cognitive anche in altri ambiti della vita di tutti i giorni.

Questo diverbio non deve certo aver contribuito a chiarire le idee ai consumatori, ma si è sopito per poi riaccendere l'interesse a gennaio di quest'anno, quando la Federal Trade Commission statunitense [ha multato per pubblicità ingannevole](#) Lumos Labs, una delle aziende leader del brain training con il suo Lumosity, proprio per mancanza di studi scientifici adatti a supportare le affermazioni di vendita. La penale prevista si è ridotta da 50 milioni di dollari a 2, ma ha vincolato le aziende a giustificare con studi scientifici qualsiasi affermazione riguardo ai risultati dei programmi di brain training.

Come è possibile dunque che non ci sia un consenso, se la letteratura a disposizione è così folta e il mercato -guidato da Lumos Labs, Posit Science, Nintendo e Cogmed- non fa che espandersi? Una delle risposte è che, nonostante **Brain Age** (Nintendo, 2005) sia convenzionalmente riconosciuto come il primo "vero" brain training, arrivati al 2014 il settore non era ancora stato soggetto a una revisione rigorosa per qualità e quantità, che valutasse anche quanto era stato impiegato il "gold standard" della ricerca scientifica. Studi in doppio cieco, randomizzati e controllati per l'effetto placebo, in modo da escludere che le aspettative sugli effetti del brain training potessero influenzare i risultati.

A colmare questa lacuna ha pensato il gruppo di ricerca guidato da [Daniel Simons](#), professore al Department of Psychology and the Beckman Institute for Advanced Science and Technology della University of Illinois, lavorando su oltre 132 paper peer reviewed citati dai firmatari della seconda lettera e/o identificati da Sharp Brains perché menzionati come prove scientifiche dalle aziende di settore. I risultati sono stati pubblicati su [Psychological Science in the Public Interest](#), dove l'intero studio si può leggere gratuitamente.

Innanzitutto parlare di brain training significa usare un termine di marketing, mentre i ricercatori chiamano i programmi **cognitive training**, allenamento cognitivo. La logica alla base è l'idea del cervello come muscolo, un organo che si può allenare come in palestra alleniamo i bicipiti o gli adduttori. "Non sono un fan di quella metafora perché implica che l'allenamento verrà trasferito. Se ti alleni per aumentare la forza delle braccia, potrai servirtene in vari contesti", spiega a OggiScienza Daniel Simons, "mentre la nostra review

della letteratura mostra che non ci sono prove convincenti a sostenere che esercitarsi in un compito cognitivo migliori quella specifica abilità cognitiva in maniera più generale”.

Le connessioni all'interno del cervello sono complesse, ma allo stesso tempo si tratta di un organo altamente specializzato. “Tutti i programmi di brain training portano a un miglioramento nel compito in cui ci si è allenati”, prosegue Simons, “se fai pratica in qualcosa, migliori. Il che non è sorprendente o controverso in alcun modo. È semplice apprendimento e non lo mettiamo in discussione. Il punto è se fare pratica e migliorare in un compito possa migliorare le performance anche in altri. Questa è l'affermazione controversa”.

Un risultato chiave considerando che i programmi di brain training puntano a migliorare le capacità cognitive oltre il compito specifico che si svolge nel training in sé, ovvero di consentire un transfer della conoscenza ad ambiti ben meno specifici come il lavoro oppure la scuola, aumentando ad esempio la capacità di concentrazione o di comprensione del testo. In realtà come e quando sfruttiamo ciò che abbiamo imparato è una questione non del tutto risolta, anche se -scrivono Simons e colleghi- le teorie moderne consentono simulazioni che ci permettono di prevedere quando il **transfer** potrà verificarsi e quando no.

Quando ci sono evidenze che si è verificato, solitamente accade tra compiti cognitivi molto simili tra loro anche per contenuto (**near transfer**, opposto di **far transfer**). “Ma questo non significa che il transfer avviene sempre. Spesso l'allenamento non viene trasferito a compiti estremamente simili, perché tende ad avere un effetto specifico e circoscritto”, spiega Simons. Un buon esempio è uno studio condotto proprio su **Brain Age**: le performance aritmetiche dei partecipanti non erano migliorate nonostante il programma fosse concentrato specificamente sul calcolo.

Uno degli ostacoli è che impostare uno studio sul brain training non è banale. Immaginiamo un trial che voglia valutare l'efficacia di un farmaco: un gruppo di pazienti riceverà il farmaco mentre l'altro una caramella senza alcun effetto. Se il trial è condotto in doppio cieco, né i partecipanti né i ricercatori sanno chi sta assumendo il farmaco e chi il placebo, in modo che i risultati non vengano influenzati dalle aspettative degli uni o degli

altri. Se uno o l'altro gruppo trarrà benefici dal trattamento, l'unica possibile spiegazione sta nell'efficacia del farmaco stesso. Come ricreare le stesse condizioni in uno studio sul brain training?

Se trascorro 10 ore ad allenarmi su un compito legato alla memoria di lavoro (**working memory**, considerata una delle funzioni cognitive più "a rischio" con l'invecchiamento) so che sto esercitandomi su un compito legato alla memoria di lavoro. Dunque mi aspetterò dei miglioramenti. Se passo lo stesso numero di ore a guardare dei DVD, come hanno fatto i partecipanti "placebo" di alcuni studi esaminati da Simons e colleghi, so che ho trascorso dieci ore di fronte a un DVD. Sostanzialmente, in entrambi i casi so quale pillola ho preso e avrò aspettative diverse. Un gruppo di controllo classicamente inteso non è possibile e le aspettative sono soggette a un sacco di fattori: i messaggi sul brain training promossi da media e aziende, la mancanza di un consenso tra scienziati e addirittura l'età.

Gli anziani ad esempio si aspettano più benefici dal brain training rispetto agli adulti, un'aspettativa quantificata dallo studio [Do you believe in brain training?](#) pubblicato su **Behavioural Brain Research** a fine 2015. Il che li rende ancora più suscettibili a un marketing che alluda alla possibilità di ritardare il declino cognitivo, ventilando gli spettri della demenza senile e dell'Alzheimer.

"La letteratura sul brain training è soggetta a molte delle problematiche che affliggono la scienza in generale, non solo la psicologia. È raro che gli studi di intervento [studi che valutano gli effetti di un trattamento, in questo caso del brain training] vengano replicati in modo diretto, in parte per via dei costi. Per le stesse ragioni, molti coinvolgono un numero troppo esiguo di partecipanti per pensare di ottenere evidenze affidabili e convincenti. Molti studi, inoltre, non hanno un piano di analisi preciso e pre-registrato [ad esempio sul portale [ClinicalTrials.gov](#)], il che comporta troppa flessibilità nel modo in cui analizzano e riportano i loro risultati", conferma Simons.

Molte delle pubblicazioni, scrivono Simons e colleghi, riguardano lo stesso campione di partecipanti. Se uno studio non è stato pre-registrato e non chiarisce in modo esplicito tutti i risultati che andrà a misurare, questi diventano statisticamente difficili da interpretare. Se gli autori non dicono da subito che più di un paper è basato sullo stesso gruppo di persone

(dunque sulla medesima intervention), chi legge potrebbe pensare che si tratti di esperimenti separati e indipendenti, dunque avere l'impressione di un'efficacia maggiore.

La questione del gruppo di controllo è particolarmente spinosa, perché attività come guardare DVD non possono essere considerate un valido equivalente. Seppur attive, ovvero compiti che richiedono di fare qualcosa, “non sono alla pari nelle aspettative di miglioramento”, dice Simons. “Immaginiamo di assegnare un gruppo di partecipanti a completare 50 ore di addestramento su un compito mnemonico molto difficile, in laboratorio, mentre l'altro si dedica alla visione di DVD educativi. A quel punto chiediamo a entrambi i gruppi di cimentarsi in un altro compito complesso al computer. Quale ci aspettiamo ottenga i risultati migliori? Il primo gruppo si aspetterà di essere migliorato molto di più, ma se le aspettative sono diverse lo sarà anche la motivazione nell'impegno”. Per di più i ricercatori sono perfettamente consapevoli di chi ha fatto cosa, dunque si aspetteranno maggiori miglioramenti nel primo gruppo. “Specialmente se si tratta del loro studio!”.

A mancare sono quindi un vero consenso tra gli scienziati e studi ben progettati sul quale costruirlo. Ma potremmo dire che l'idea del brain training racchiude un qualche potenziale e che ha “solo” bisogno di essere valutata con indagini scientifiche impostate meglio? “Di certo servono studi progettati meglio per fornire prove convincenti. Ma se quegli studi saranno in grado di fornirle, le prove convincenti, non è chiaro. Non penso che siamo in grado di dire se esista o meno un potenziale, perché chi sostiene il brain training sarà comunque più ottimista al riguardo rispetto agli scettici. Quello che possiamo dire è che, a oggi, di evidenze stringenti non ce ne sono. Il fatto di vederci un potenziale, in assenza di evidenze, dipende più dall'opinione che si ha sulla teoria del transfer e da come si valutano le prove in letteratura”, conclude Simons. “Nel nostro studio non ci esprimiamo al riguardo, ma riteniamo che in futuro gli studi dovranno adeguarsi alle buone norme [della ricerca scientifica] in modo da fornire prove convincenti a favore o contro l'efficacia di questi prodotti per l'allenamento”.

Articolo di Eleonora Degano, pubblicato su OggiScienza

Quando giocare ti cambia il cervello

Segui il link per leggere l'articolo direttamente sul sito di OggiScienza

<https://oggiscienza.it/2016/09/21/gioco-cambiamenti-cervello/>

APPROFONDIMENTO – Giocare è divertente: stimola la creatività, la capacità di risolvere problemi, le abilità logiche, e grazie alle tecniche di *neuroimaging* tutte queste cose le possiamo anche vedere. Osservando l'attività del cervello durante il gioco, che si tratti di spostare una pedina o costruire un castello con i Lego, possiamo registrare quali aree sono coinvolte e finalmente siamo in grado di dire che giocare [fa proprio bene](#) alla salute dell'organo più affascinante del nostro corpo. Secondo molti scienziati, saperne di più potrebbe anche essere un grande aiuto per sviluppare determinate abilità: i giochi di costruzione, ad esempio, migliorano le capacità di tipo spaziale nei bambini, quelle stesse capacità che diventano preziosissime nelle discipline scientifiche.

È di questo avviso Sharlene Newman, professoressa al **Department of Psychological and Brain Sciences** all'**Indiana University Bloomington**. "Qualsiasi sia il modo per perfezionare le competenze matematiche in un bambino, che si tratti delle costruzioni o di qualsiasi altro metodo, è a quel tipo di ricerca che sono interessata" racconta presentando [il suo ultimo lavoro](#) pubblicato su **Frontiers in Psychology**. Partendo da qui, infatti, Newman e i colleghi hanno confrontato grazie alla risonanza magnetica cosa succede nel cervello quando si gioca a due giochi diversi per cinque giorni consecutivi: le costruzioni (**Blocks Rock**) o un gioco da tavolo incentrato sullo spelling (**Scrabble**). Hanno scoperto che le prime sono ben più efficaci nello stimolare le abilità spaziali, un risultato che finora non era mai stato osservato direttamente nel cervello ma solo a livello comportamentale. Guardare il cervello attraverso una risonanza magnetica, prima e dopo il gioco, ha fornito

uno scenario molto chiaro riguardo ai cambiamenti.

Nello specifico, i processi che accompagnano le costruzioni riguardano la rotazione mentale, ovvero la capacità di visualizzare l'aspetto che avrà un oggetto dopo averlo ruotato. Giocare con i blocchi cambia gli schemi di attivazione all'interno nel cervello, ma non è la prima volta che le potenzialità del gioco attirano l'attenzione degli scienziati. Anzi: già in passato è stato dimostrato che le attività spaziali si sviluppano di più nei bambini che giocano con puzzle, costruzioni e giochi da tavolo rispetto a quelli che disegnano, vanno in bicicletta o si divertono con macchinine e giocattoli "musicali" o che producono suoni.

I compiti di rotazione mentale sono tra i più interessanti per valutare le capacità spaziali e la soluzione dei problemi percettivi, tant'è vero che varie specie oltre la nostra vi si sono cimentate, negli anni, sotto gli occhi attenti degli scienziati. Quando ci mettono davanti lo stesso oggetto con due rotazioni diverse, il tempo necessario per decidere se i due oggetti sono davvero uguali aumenta in base alla rotazione. Più aumenta la disparità angolare, più tempo ci serve per dare una risposta. I piccioni se la cavano molto meglio di noi, valutano le forme immediatamente e quindi impiegano sempre lo stesso tempo a prescindere dall'allenamento e dall'angolo di rotazione.

Mentre sottoponeva i bambini dello studio alla risonanza magnetica, Newman li ha fatti cimentare proprio in questo test: ha mostrato loro due versioni della stessa lettera, chiedendo di decidere se la seconda versione era identica alla prima ma semplicemente ruotata oppure se si trattava della rotazione della sua immagine speculare. Nella risonanza condotta prima di far giocare i bambini non c'erano differenze tra il gruppo delle costruzioni e quello dello Scrabble, mentre nella seconda, ripetuta dopo cinque giorni di sessioni di gioco, il gruppo delle costruzioni mostrava dei cambiamenti significativi nell'attivazione delle regioni del cervello legate all'elaborazione sia motoria che spaziale: le loro abilità erano migliorate.

Nei bambini di otto anni, come quelli studiati da Newman, le abilità di tipo spaziale si stanno ancora sviluppando: per questo le differenze tra la prima e la seconda risonanza potrebbero essere la prova che, via via che questo accade, i bambini passano da una strategia in cui ragionano sulle singole parti a una più ampia, in cui l'immagine intera viene ruotata mentalmente.

Confrontare l'attivazione del cervello ha anche permesso di capire come esercitarsi in attività che richiedono un ragionamento influenzi le aree cerebrali corrispondenti a lungo termine. Non solo nei bambini, per qualche giorno, ma per esempio sui professionisti dopo anni di pratica. Anche qui il gioco è stato un'ottima palestra, attraverso lo studio dei giocatori di scacchi cinesi, lo xiangqi. Cosa cambia, per esempio, tra il cervello di un novizio e quello di un campione, cioè un master o un grand master? Le aree del cervello potenzialmente coinvolte, in genere, sono quattro: il circuito dell'attivazione di base, il circuito centrale esecutivo, il circuito centrale dell'attenzione e infine il circuito che risponde agli eventi più importanti.

Esplorando il cervello dei giocatori, gli scienziati [hanno realizzato](#) che in quello dei maestri c'era una significativa disattivazione del circuito dell'attivazione di base, mentre la sua connettività funzionale aumentava con uno schema associato al nucleo caudato, un nucleo del telencefalo che sembra eserciti un ruolo di inibizione sugli stimoli che arrivano dalla corteccia. Nessun cambiamento nelle altre tre aree del cervello. Secondo Xujun Duan e i colleghi, autori dello studio, questo dimostra che l'apprendimento e la pratica hanno un effetto importante sulle reti neurali: nelle **performance** dei più esperti, infatti, il circuito dell'attivazione di base ha un ruolo centrale e potrebbe essere di supporto al controllo cognitivo del comportamento. Grossi passi in avanti da quando il ruolo di questa rete neurale è stata approfondito alla **Washington University School of Medicine** di St. Louis e in altri centri statunitensi, attraverso gli anni Novanta del secolo scorso: poiché si attiva proprio quando la mente vaga liberamente, era difficile immaginare in quanti processi fosse coinvolta. Tra le ipotesi, addirittura, c'era che questa rete fosse la sede della coscienza: non a caso si è guadagnata, insieme ad altri misteri del cervello,

[un'intrigante copertina](#) su *Scientific American* (2010) con titolo "**The Brain's Dark Energy**" [L'energia oscura del cervello].

Osservare queste differenze sostenute da dati scientifici sarà forse un sollievo per molti maestri (o magari non gliene importa nulla, chissà) perché nei primi anni 2000 vari studi indicavano che nel cervello dei giocatori non sembrava succedere granché. A parte quello che già si poteva ipotizzare prima di sfruttare la risonanza magnetica, per esempio che i giocatori di GO (un gioco strategico da scacchiera in cui bisogna controllare una porzione più ampia dell'avversario) sfruttano la [parte destra](#) del cervello, deputata a elaborare informazioni su posizione e orientamento, mentre quelli di scacchi [si affidavano maggiormente alla sinistra](#), per il *problem solving*. Sembrava trattarsi più di una questione di pratica che di intelligenza, per farla semplice, ma nel tempo queste ipotesi hanno gradualmente lasciato spazio a indizi più stuzzicanti: uno studio recente, per esempio, ha mostrato il ruolo e l'intensità dei meccanismi di **decision making** nella [mente dei giocatori di GO](#). Un altro ha evidenziato che quando la mente di un giocatore di scacchi è a riposo è comunque possibile trovarvi delle differenze sia per struttura che per connettività funzionale proprio a livello del nucleo caudato, coinvolto anche nell'apprendimento procedurale e associativo oltre che in varie funzioni esecutive. Per esempio, elaborare velocemente la prossima mossa.

Articolo di Marcello Turconi, pubblicato su OggiScienza

La tortura secondo le neuroscienze

Segui il link per leggere l'articolo direttamente sul sito di OggiScienza

<https://oggiscienza.it/2017/02/09/tortura-secondo-neuroscienze/>

APPROFONDIMENTO – “Absolutely I feel it works”. Come molte delle dichiarazioni del neo eletto Presidente degli Stati Uniti, anche questa appare decisa, asciutta, apparentemente inconfutabile. L'oggetto della valutazione di Donald Trump non sono in questo caso le politiche legate all'immigrazione o all'import/export made in USA, bensì [l'utilizzo della tortura](#) come strumento per estorcere ai nemici della nazione – o presunti tali – informazioni di vitale importanza.

La scelta di parole, indubbiamente non casuale, è il motivo per cui la notizia viene trattata in questo spazio: si potrebbe infatti dibattere, probabilmente all'infinito, sull'ammissibilità morale della pratica della tortura; quello che è stato per certi versi destabilizzante è tuttavia il fatto che il Presidente della più grande e potente democrazia del mondo abbia dichiarato in mondovisione che la tortura **funziona**. Per sua sfortuna diversi esperti prima di lui si sono già posti, in passato, lo stesso dilemma di natura prettamente scientifica: la conclusione a cui sono giunti, con buona pace degli analisti su cui Trump ha basato le proprie valutazioni, è che la tortura, dal punto di vista delle neuroscienze, non funziona.

Shane O'Mara, Professore di Neuroscienze Sperimentali al Trinity College di Dublino e direttore dell'Istituto di Neuroscienze presso lo stesso ateneo irlandese, ha scritto un libro ([pubblicato nel 2015](#) dalla Harvard University Press) intitolato “Perché la tortura non funziona – Le neuroscienze dell'interrogatorio”. Nella sua opera O'Mara ha passato al

vaglio delle conoscenze attualmente a disposizione della comunità scientifica i risultati di alcuni metodi di tortura autorizzati dall'amministrazione Bush (George). I documenti relativi a tale pratiche, che erano stati secretati, sono stati infatti resi pubblici ad aprile del 2009 dall'amministrazione Obama.

Nello specifico, le [vessazioni](#) a cui i prigionieri erano sottoposti erano sia di natura fisica (il waterboarding, la privazione del sonno, l'isolamento prolungato, l'obbligo a rimanere per ore in posizioni scomode e/o dolorose, insulti, minacce e percosse) sia di natura psicologica (i detenuti rimanevano nudi di fronte a inquirenti del sesso opposto, erano costretti a urinarsi addosso o addirittura bere le proprie urine, ad abbaiare, a vestire intimo femminile).

I documenti diventati pubblici non si limitavano a descrivere le tattiche utilizzate dalla CIA durante i propri interrogatori nella famigerata base di Guantánamo e in altri centri segreti di detenzione, ma li classificavano come “metodi efficaci per ottenere informazioni sensibili”. Un male necessario, insomma.

O'Mara ha effettuato una review delle più recenti ricerche in ambito psicologico e neuroscientifico per definire l'impatto della tortura sulla funzionalità cerebrale per determinare se è davvero così. L'assunto su cui si basano queste convinzioni, centrato sull'intuizione e su una sorta di “psicologia popolare”, è che la tortura “spezzi la volontà” degli interrogati. In questo modo, in assenza di un controllo volontario, la probabilità che l'interrogato faccia emergere fatti/ricordi incriminanti ne risulterà aumentata.

I dati della letteratura biomedica inerente sembrano dimostrare, tuttavia, esattamente il contrario, e ciò è riconducibile innanzitutto al meccanismo d'azione che regola i processi mnemonici. Il **recall**, il richiamo di un ricordo specifico, è infatti un processo di ricostruzione piuttosto che un processo di “riproduzione automatica” di un file ripescato all'interno del cervello. Anche nelle situazioni ottimali i nostri ricordi possono quindi essere

alterati, fino a risultare falsi, da diversi fattori. Questo rischio aumenta vertiginosamente dalla situazione di altissimo stress a cui il cervello è sottoposto durante la tortura, sia essa di natura fisica o psicologica. Se da un lato, quindi, è facile che un prigioniero torturato confessi in tempi brevi, dall'altro è molto probabile che queste confessioni siano false (ma senza che il prigioniero stesso **sappia** di mentire).

Come se ciò non bastasse, O'Mara sottolinea che i deleteri effetti psicologici legati alla tortura non si limitano a interessare solo chi la **subisce**, bensì si osservano anche su chi la **infligge**. Un motivo in più, al di là delle considerazioni etiche e morali, per incentivare l'utilizzo di metodi di interrogatorio meno coercitivi (come ad esempio l'immersione in ambiente di realtà virtuale, che possa ricreare le condizioni in cui il ricordo è stato generato, e il role-playing) per estorcere informazioni a presunti criminali. Anche se, come indicano alcuni [studi recenti](#), neanche le più innovative e brillanti tecniche di interrogatorio non sono del tutto esenti dal rischio di "contaminare" i ricordi per giungere a una confessione.

Articolo di Marcello Turconi, pubblicato su OggiScienza

Coscienza di reato: le neuroscienze al banco dei testimoni

Segui il link per leggere l'articolo direttamente sul sito di OggiScienza

<https://oggiscienza.it/2017/03/21/coscienza-reato-neuroscienze-tribunale/>

SCOPERTE – Fin dai tempi dell'antica Grecia filosofi e pensatori si scontrano sul tema della coscienza (intesa come consapevolezza di sé e delle proprie azioni) cercando il modo per dimostrarne l'esistenza e dibattendo sulla sua importanza nella nostra vita. Un dibattito che, lungi dall'essere una pura disquisizione, spesso travalica le aule accademiche per approdare in quelle di giustizia. Spesso infatti una tematica particolarmente dibattuta durante un procedimento penale è appunto la coscienza, nel presunto criminale, di aver commesso l'atto criminoso stesso. L'articolo 42 del codice penale stabilisce infatti che «Nessuno può essere punito per una azione od omissione prevista dalla legge come reato, se non l'ha commessa con coscienza e volontà».

Un aiuto arriva ora dal mondo delle ricerca scientifica, in modo particolare dalle neuroscienze computazionali: un gruppo di ricerca statunitense del **Virginia Tech Carilion Research Institute** ha identificato variazioni nell'attivazione cerebrale che potrebbero discriminare i casi di colpevolezza cosciente rispetto a quelli in cui il presunto criminale era incosciente di compiere il reato. Non è cosa di poco conto, non solo per una mera questione filosofica, perché grazie a questa discriminante gli anni di pena commissionati possono variare in modo notevole. E questo non riguarda solo – come è facile immaginare – la vita del colpevole e dei suoi familiari, ma l'intera società (si pensi ai costi, diretti ed indiretti, ricollegabili alla carcerazione di un individuo per un lungo periodo).

La ricerca del gruppo guidato da Read Montague, pubblicata sulla rivista [PNAS](#), ha analizzato attraverso tecniche di **neuroimaging** le risposte cerebrali di 40 persone divise in due gruppi: il primo era consapevole di compiere un atto criminale (attraversare una frontiera con una valigetta contenente droga), l'altro agiva senza sapere se stesse compiendo o meno il reato (non conosceva, cioè, il contenuto della valigetta, pur sapendo che avrebbe potuto contenere sostanze stupefacenti).

I ricercatori hanno dimostrato che gli stati di coscienza e incoscienza di un reato sono associabili con elevata precisione a stati mentali ben definiti, che si possono a loro volta associare ai dati di **imaging** cerebrale. Bando quindi ad avvocati e giudici, e processi affidati a uno scanner di risonanza magnetica? Assolutamente no, anche perché i dati sono stati raccolti mentre i volontari facevano una scelta, e non in seguito, come normalmente accade con i sospettati di un reato. “Sarebbe poi interessante testare questa metodologia di ‘classificazione’ su un campione molto più ampio”, spiega Montague, “e capire se esistono fattori (patologie neurologiche, assunzione di alcool, farmaci o sostanze stupefacenti) in grado di modificare le attivazioni osservate”.

Su questo punto ricercatori e avvocati, che solitamente parlano lingue diverse, sembrano essere d'accordo: al momento, le neuroscienze sono ben lontane dal reggere le redini di una procedura penale, e il loro utilizzo nella pratica quotidiana si traduce in perizie e valutazioni psichiatriche, lasciando fuori dall'aula di tribunale valutazioni di tipo neurofisiologico e, potremmo dire, quantitativo. Sicuramente, però, lo studio di Montague e colleghi è un ulteriore, importante passo sul percorso di una branca delle neuroscienze per certi versi rivoluzionaria: la cosiddetta neuro-legge.

Glossario

Neuroimaging

Le tecniche e gli strumenti grazie ai quali è possibile osservare e studiare l'attività del cervello in vivo. Il neuroimaging funzionale consente di monitorarlo durante l'esecuzione di compiti specifici (sia cognitivi che motori come attività fisica, gioco, lettura...) mentre il neuroimaging morfologico offre una finestra sull'anatomia cerebrale. Il metodo più noto è l'elettroencefalogramma (EEG) con il quale i medici possono osservare la funzionalità della corteccia cerebrale e registrarne l'attività elettrica spontanea con degli appositi tracciati su carta.

Telencefalo

Nei vertebrati è la parte anteriore dell'encefalo embrionale: da qui hanno origine i due emisferi cerebrali. Costituisce il "cervello" vero e proprio insieme al mesencefalo e al diencefalo.

Waterboarding (simulazione di annegamento)

Una nota forma di tortura nella quale si immobilizza una persona in modo tale che i suoi piedi siano più in alto della testa, per poi versargli acqua sulla faccia. È intensa e molto dolorosa: chi la subisce non è in grado di controllare l'acqua che invade le vie respiratorie e per questo si sente come se stesse per morire annegato.

Competenze

1. Nell'articolo "Quando giocare ti cambia il cervello", la giornalista racconta i risultati di alcune ricerche che hanno studiato come cambia il cervello dopo l'esperienza ripetuta con alcuni giochi. Lavorando con un gruppo di compagni, fate una ricerca su alcune delle tecnologie utilizzate per studiare il funzionamento del cervello: risonanza magnetica funzionale (fMRI), elettroencefalografia (EEG) o magnetoencefalografia (MEG). Evidenziate le caratteristiche di ciascuna tecnica e spiegate le differenze. Perché in alcuni casi è più utile utilizzarne una invece di un'altra? Presentate ai compagni i risultati della ricerca.

2. L'articolo "Il cervello si può allenare come un muscolo?" discute l'efficacia del *brain training*, cioè delle tecniche utilizzate per migliorare le capacità cognitive delle persone. La giornalista parla di una ricerca dello scienziato Daniel Simons, che ha confrontato i risultati di vari studi sull'argomento. Lavorando con un gruppo di compagni, immaginate di poter intervistare Daniel Simons e preparate una serie di domande per approfondire l'argomento.

3. L'articolo "La tortura secondo le neuroscienze" racconta le evidenze scientifiche sulla presunta efficacia della tortura. Lavorando con un gruppo di compagni, immaginate di fare parte di un gruppo di attivisti che vogliono chiedere a tutti i governi di mettere fine alla tortura. Dopo aver letto l'articolo e aver approfondito l'argomento, scrivete una lettera da presentare a un capo di governo per chiedere la fine dell'uso della tortura.

4. Nell'articolo "Coscienza di reato: le neuroscienze al banco dei testimoni" si parla della possibilità di utilizzare i risultati di studi di neuroscienze per valutare la colpevolezza di un imputato in tribunale. Dopo aver letto l'articolo, insieme a un gruppo di compagni approfondite l'argomento. Organizzate poi un dibattito in classe su questo tema: "È possibile stabilire la colpevolezza di una persona basandosi sull'attivazione del suo cervello?".

Collegamenti interdisciplinari

Storia

Comprendere e apprezzare il profondo legame tra storia e scienza

La storia delle neuroscienze risale al tempo degli Egizi, quando cominciarono gli studi sul sistema nervoso centrale. In molte culture, compresa quella egizia, il cervello era considerato marginale rispetto a organi come il cuore, perché? Quando è stato possibile cominciare uno studio sistematico del cervello e dei neuroni?

Informatica

Comprendere l'utilità della simulazione e modellazione informatica nell'ambito delle neuroscienze

Le neuroscienze si possono studiare anche attraverso i computer. Un esempio sono le reti neurali ovvero dei modelli matematici, basati sulle reti neurali biologiche, composte da neuroni artificiali. Cosa significa neurone artificiale in informatica? A cosa serve un modello di questo tipo? Grazie alle reti neurali si possono ottenere informazioni anche sulle reti e i fenomeni biologici?

Biologia

Comprendere le differenze tra il sistema nervoso dell'uomo e quello di altri animali

Com'è strutturato il sistema nervoso? Ci sono somiglianze tra il sistema nervoso degli esseri umani e quello di altri mammiferi? Cosa accomuna il sistema nervoso dei vertebrati? Quali le caratteristiche del sistema nervoso degli invertebrati?

Ulteriori risorse online

Bar Neuroscienze, pagina Facebook divulgativa sulle neuroscienze (italiano)

<https://www.facebook.com/BarNeuroscienze/?fref=ts>

The Neuroscience of Imagination - Ted ED (inglese sottotitolato inglese)

<https://www.youtube.com/watch?v=e7uXAIxdTe4>

3D Brain - cervello in 3D da esplorare (inglese)

<http://www.g2conline.org/2022>