Innovation Trend Report

Neuroscience Impact

Brain and Business

INTESA SANPAOLO INNOVATION CENTER

IMT SCHOOL FOR ADVANCED STUDIES LUCCA

INTESA SANPAOLO
INNOVATION CENTER

IMT SCHOOL FOR ADVANCED STUDIES LUCCA

Il presente lavoro è rilasciato sotto licenza Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International.

Per vedere una copia di tale licenza, visitare il link: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/ o scrivere a: Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

Intesa Sanpaolo Innovation Center non si assume alcuna responsabilità sul contenuto esterno referenziato, sia in termini di disponibilità che di immutabilità nel tempo.

Ringraziamenti

Vogliamo estendere un ringraziamento speciale alle società e alle persone che hanno dato un contributo di qualsiasi natura alla realizzazione del presente Report.

Le società seguenti hanno dato il permesso ad essere pubblicamente citate e ci hanno fornito materiale prezioso da pubblicare:

Dreem	*Neural Sense*
Emotiv	*Neuralya*
Halo Neuroscience	*Paradromics*
Mindmaze	*Pymetrics*
Neuron Guard	*Synetiq*

Vogliamo anche espressamente ringraziare le seguenti persone che ci hanno aiutato con informazioni e suggerimenti:

Russel Poldrack, Professor of Psychology at Stanford University, CA, USA;
John Dylan-Haynes, Professor at the Bernstein Center for Computational Neuroscience Berlin, Germany;
Carlo Miniussi, Director of Center for Mind/Brain Sciences – CIMeC, University of Trento, Rovereto TN Italy;
Zaira Cattaneo, Associate Professor in Psychobiology and Physiological Psychology, Department of Psychology, University of Milano-Bicocca, Milano, Italy;
Nadia Bolognini, University of Milano Bicocca, Department of Psychology, & IRCCS Istituto Auxologico Italiano, Laboratory of Neuropsychology;
Dario Nardi, Author, speaker and expert in the fields of neuroscience and personality;
Nick Chater, Professor of Behavioral Science at Warwick Business School;
Enrico Maria Cervellati, Associate Professor of Corporate Finance at the Department of Management Ca' Foscari University of Venice;
Frida Polli, CEO and Co-Founder of the startup Pymetrics.

Innovation Trend Report

Neuroscience Impact

Brain and Business

Prefazione

L'innovazione è il motore del cambiamento e le neuroscienze rappresentano un ambito di ricerca in cui l'innovazione progredisce inarrestabile.

Per un paese e per un gruppo bancario che hanno come interesse primario un sistema economico sano, credibile e proiettato al futuro, la capacità di riconoscere e sostenere l'innovazione che crea benessere, salute, ricchezza è fondamentale.
Credendo fermamente nell'innovazione come leva per la competitività, Intesa Sanpaolo Innovation Center nasce con il compito di esplorare e apprendere i modelli di business futuri per creare gli asset e le competenze necessarie per supportare la competitività di lungo periodo del Gruppo e dei suoi clienti.
Vogliamo fungere da motore e stimolo della nuova economia in Italia, cogliendo nuove opportunità e affrontando le sfide del domani con un'attenzione particolare verso le tecnologie di frontiera.
Per Intesa Sanpaolo Innovation Center è strategico Il commitment verso la crescita del Gruppo, lo sviluppo di nuove competenze e la formazione delle generazioni future

In tale contesto si inserisce la particolare attenzione che Intesa Sanpaolo Innovation Center rivolge all'ambito della ricerca scientifica con la creazione di laboratori dedicati, in collaborazione con le più importanti eccellenze della ricerca scientifica nei settori di riferimento a livello internazionale, con lo scopo di generare know how, sviluppare nuovi asset e nuovi business.

Gli “Intesa Sanpaolo Innovation Center Lab” hanno l’obiettivo di creare un nuovo modello collaborativo tra industria e ricerca fondamentale per rispondere ai bisogni complessi del Gruppo e delle imprese clienti non attualmente coperti da big player o startup e determinati dall’evoluzione dei nuovi trend di mercato e dalle tecnologie a “crescita esponenziale”.

Ci impegniamo con passione a studiare le neuroscienze a Lucca, nel nostro “Intesa Sanpaolo Innovation Center Lab Neuroscienze”, il laboratorio di ricerca e sviluppo applicata sulle Neuroscienze creato in collaborazione con l’istituto IMT di Lucca con l’obiettivo di acquisire e trasferire conoscenza e di creare nuove competenze attraverso la collaborazione con talenti nazionali e internazionali e di sviluppare nuovi asset per il Gruppo attraverso la produzione di studi e ricerche tutelandone la proprietà intellettuale, mettendo a profitto la ricerca e l’Accademia.

Questa pubblicazione indaga i complessi meccanismi del cervello umano e vuole confermare il ruolo di Intesa Sanpaolo Innovation Center quale attore rilevante nell’ecosistema dell’innovazione a supporto dello sviluppo e della evoluzione delle generazioni future.

Maurizio Montagnese

Introduzione

Nei tempi antichi, la conoscenza era vista come un'unica entità. Non esistevano né compartimenti né alcun confine disciplinare. I filosofi pensavano e riflettevano sull'intera gamma dei fenomeni naturali.
Lo sviluppo di tecniche sempre più raffinate ha condotto a una specializzazione sempre più profonda. Tuttavia, come scienziati, sappiamo che cosa deve essere evitato, cioè la frammentazione della speculazione scientifica, l'acritica devozione a una tecnica o una metodologia. Di fatto, la scienza cresce dalla contaminazione incrociata e dall'interazione degli individui che vengono da campi di ricerca ed esperienze molto diverse.

Questo è il modello che adottiamo alla Scuola IMT. Fin dalla sua istituzione nel 2005, la Scuola si è distinta grazie alla sua natura interdisciplinare, caratterizzata dalla complementarietà e dal conversazione tra metodologie tratte da economia, ingegneria, informatica, matematica applicata, fisica, archeologia, storia dell'arte e analisi e gestione del patrimonio culturale. I ricercatori della Scuola IMT si impegnano a fondo nella ricerca con l'obiettivo di generare e applicare conoscenze per risolvere problemi di natura economica, industriale, sociale e culturale.
A tal fine, la ricerca presso la Scuola IMT è svolta anche in stretta collaborazione con il territorio locale attraverso diverse iniziative e progetti in una varietà di aree, compresa l'industria dei tessuti, l'industria sanitaria, l'industria marina, l'informazione e la tecnologia delle comunicazioni per città intelligenti e molte altre.

In questo contesto di integrazione tra diverse discipline, il campo di ricerca delle neuroscienze cognitive e sociali rappresenta una recentissima e inevitabile aggiunta. In effetti, i progressi scientifici degli ultimi decenni

hanno chiarito che qualsiasi comportamento umano, dalle semplici attività quotidiane alla creazione di un'opera d'arte, a una decisione presa per raggiungere un particolare vantaggio economico, potrebbe essere veramente compreso solo mediante la risoluzione di un codice complesso nascosto nella struttura e nella funzione del cervello umano.
Questo cambio di prospettiva è particolarmente evidente nelle aree sociali e economiche. In effetti, si sta diventando consapevoli, ad esempio, che le aziende e gli individui che analizzano il comportamento dei consumatori e le loro esigenze, identificando le migliori soluzioni per rendere felici i loro clienti, non saranno mai in grado di raggiungere pienamente i loro obiettivi senza tener conto della complessità e della natura sfaccettata della mente umana.
Tuttavia, solo recentemente abbiamo finalmente ottenuto gli "strumenti" necessari per comprendere le radici del comportamento umano e la base delle differenze che esistono naturalmente tra gli individui.
Infatti, l'introduzione e lo sviluppo delle tecniche di neuroimmagine hanno permesso una definizione senza precedenti della meravigliosa architettura morfologica e funzionale del cervello umano.
Oggi i ricercatori sono in grado di visualizzare i dettagli più sottili della struttura cerebrale, misurare lo spessore e la densità neuronale nelle diverse aree della corteccia cerebrale e identificare i fasci di fibre che, come molti cavi elettrici sottili, collegano le varie aree del cervello umano. Inoltre, utilizzando tecniche di neuroimmagine come la risonanza magnetica funzionale (fMRI) o l'elettroencefalografia ad alta densità (hd-EEG), possono persino osservare "il cervello in azione", cioè ciò che accade nel nostro cervello quando facciamo una qualsiasi delle nostre attività quotidiane: percepire un'immagine o un dipinto, prendere una decisione o inibire un impulso automatico.

Grazie a questi nuovi strumenti, siamo finalmente in grado di comprendere i processi che guidano le nostre decisioni, così come quelle che determinano

il nostro giudizio morale, il nostro rispetto per le norme etiche o la nostra capacità di controllare (o non controllare) i nostri impulsi automatici. Abbiamo realizzato, per esempio, che il comportamento degli agenti economici è il risultato dell'istinto e dell'emozione da un lato e della ragione dall'altra. L'istinto e l'emozione, che sono rimasti quasi invariati in milioni di anni di evoluzione, ci rendono simili agli altri animali sulla Terra. La ragione, che rappresenta il risultato del sorprendente sviluppo della corteccia cerebrale, e specialmente della sua porzione anteriore (la cosiddetta "corteccia prefrontale"), non ha eguali nel mondo animale.

Entrambi questi fattori e le loro interazioni si riflettono in qualsiasi comportamento umano volontario o involontario. Quindi, individui che prendono decisioni in contesti sociali e / o economici non si comportano come "semplici" esseri razionali; i processi inconsci parzialmente (o totalmente) nascosti al nostro "io" cosciente chiaramente hanno una maggiore importanza di quanto si pensasse in precedenza.

Il progresso scientifico nel campo delle neuroscienze e della psicologia sta scoprendo in maniera crescente i meccanismi che guidano le scelte degli individui e i gruppi di persone, conducendoci verso una nuova scienza del comportamento che integra in maniera complementare tutti gli altri campi della conoscenza umana. Obiettivo di questo libro quindi è di presentare le più recenti scoperte delle neuroscienze e le loro più importanti conseguenze per la nostra società moderna, con particolare riguardo all'impatto sociale ed economico. Daremo anche uno sguardo ai prossimi alcuni decenni, per illustrare le possibili conseguenze pratiche, e i potenziali benefici per la società e gli individui del futuro.

Pietro Pietrini

Indice

00
Guida alla Lettura
12

01
Dal Cervello alla Mente
22

02
Le basi neurali dei processi cognitivi e del comportamento umano
82

03
Approfondimenti:
Salute
160

04
Approfondimenti:
Arte e Creatività
194

05
Approfondimenti:
Formazione e Apprendimento
228

Indice

06
Approfondimenti:
Aspetti Legali ed Etici
264

07
Approfondimenti:
Marketing
288

08
Approfondimenti:
Finanza e Investimenti
344

09
Approfondimenti:
Risorse Umane
370

INTESA SANPAOLO INNOVATION CENTER 412
SCUOLA IMT ALTI STUDI LUCCA 414

00

Guida alla lettura

Scopo del libro

Questo volume si rivolge sia al lettore più generalista appassionato della materia, sia a chi vuole approfondire specifiche declinazioni in ambiti di business ben circoscritti. Nel corso della scrittura gli autori si sono sempre posti l'obiettivo di agevolare la lettura attraverso l'uso di una scrittura chiara e di un linguaggio semplice, privilegiando ove possibile l'uso di immagini e di rappresentazioni grafiche: come il lettore potrà scoprire nel proseguo della lettura, il cervello umano è estremamente più sensibile ad una rappresentazione visiva rispetto ad una forma testuale del medesimo concetto.
Inoltre, consci del fatto che i lettori potrebbero effettuare una consultazione selettiva del materiale sviluppato, in questa Guida alla Lettura vengono fornite tutte le indicazioni utili per individuare i capitoli di interesse immediato, rimandando a un secondo momento la lettura delle altre sezioni nel caso non si voglia optare per una lettura sequenziale.

Struttura del libro

Cap 1 – Dal Cervello alla Mente
Cap 2 – Le basi neurali dei processi cognitivi e del comportamento umano
Cap 3 – Approfondimenti: Salute
Cap 4 – Approfondimenti: Arte e Creatività
Cap 5 – Approfondimenti: Formazione e Apprendimento
Cap 6 – Approfondimenti: Aspetti Legali ed Etici
Cap 7 – Approfondimenti: Marketing
Cap 8 – Approfondimenti: Finanza e Investimenti
Cap 9 – Approfondimenti: Risorse Umane

Struttura dei Capitoli

In ciascun capitolo la lettura del testo è facilitata da tavole che sintetizzano gli argomenti più rilevanti e da box che mettono in evidenza i concetti chiave. Inoltre alcuni capitoli sono arricchiti da interviste con esperti del mondo delle scienze e della ricerca e da segnalazioni di aziende focalizzate su un particolare aspetto trattato nel capitolo.
Infine, i "QR Code" presenti nel testo consentono al lettore di attivare il collegamento internet per approfondire le tematiche che ritiene più interessanti. Glossario e sito/bibliografia concludono e completano ciascun capitolo.

01 Dal Cervello alla Mente

Il capitolo si apre con un breve riassunto del percorso che ha portato l'essere umano a concepire in modo unitario il cervello, inteso come organo, e la mente, cioè la manifestazione dell'esistenza e della coscienza. Le neuroscienze nascono come disciplina scientifica verso la fine del XIX secolo e progrediscono favorite dallo sviluppo tecnologico.

La seconda parte del capitolo descrive il percorso compiuto dalle Neuroscienze Cognitive grazie a invenzioni quali: la tomografia a emissione di positroni (o PET, dall'inglese Positron Emission Tomography); la spettroscopia a risonanza magnetica (o MRS dall'inglese Magnetic Resonance Spectrosopy); la risonanza magnetica funzionale (o fMRI dall'inglese Functional Magnetic Resonance Imaging).

Tutte queste tecnologie hanno consentito di passare da una visione del cervello come mero organo all'analisi dei flussi che esso genera e che lo attraversano.

La descrizione dei neuroni, l'analisi delle sinapsi e delle attività cerebrali ad esse correlate costituiscono la parte centrale del capitolo, che si si conclude con la descrizione approfondita delle innovazioni precedentemente citate e un breve, ma approfondito, accenno alla disputa in corso tra Neuromaniaci e Neuroscettici.

Chiudono il capitolo:
– l'Intervista a Russel Poldrack, Professor of Psychology at Stanford University, CA, USA;
– l'Intervista a John Dylan-Haynes, Professor at the Bernstein Center for Computational Neuroscience Berlin, Germany.

02 Le basi neurali dei processi cognitivi e del comportamento umano

Il capitolo entra nel dettaglio delle attività cerebrali:
Descrive cosa accade al cervello quando non riceve alcuno stimolo dal mondo esterno e versa in uno stato di "riposo", quali sono le aree che in questo stato lavorano di più e che attività vengono svolte.

Illustra come funziona l'attenzione e descrive la differenza tra questa e la coscienza, inoltre chiarisce la correlazione tra il lavorare in "multitasking" e lo stress.

Descrive i sensi e come questi si influenzano l'un l'altro.

Esamina i meccanismi che consentono di memorizzare e imparare, considera i diversi tipi di memoria e la sua capacità di "immagazzinare" i ricordi.

Esplora le aree cerebrali deputate al controllo delle azioni motorie che permettono all'essere umano di interagire con il mondo esterno, indaga i legami tra la percezione e la pianificazione delle azioni.

Racconta la nascita della "Neurolinguistica" e spiega i legami tra linguaggio e comunicazione.

Analizza le funzioni esecutive e l'insieme di processi cognitivi, dei quali fa parte il "Decision Making", che compongono il sistema di gestione del cervello.

Descrive le sei emozioni e illustra la "Theory of mind" cioè il processo che consente all'essere umano di riconoscere le proprie emozioni e quelle degli altri.

03 Approfondimenti: Salute

Chiarisce che la "Positive Psychology" è il terreno di investigazione per comprendere come favorire la "felicità" dei singoli individui, attraverso il cambiamento volontario delle attitudini e dei comportamenti.

Illustra i benefici del sonno e i tempi adeguati da dedicare al riposo in relazione all'età, analizza gli effetti positivi della meditazione sui comportamenti dei singoli individui e sulla loro predisposizione verso il prossimo, elenca alcune app utili per: la meditazione, il mangiare sano, il fitness, la valutazione e il miglioramento del sonno.

Descrive i costanti progressi compiuti nella "lettura del cervello" grazie all'utilizzo del fMRI e di altri strumenti tecnologici e i progressi della decodificazione dei processi cerebrali attraverso la loro "ricostruzione" mediante algoritmi sempre più sofisticati.

Mette in relazione le tecniche di lettura del cervello con il "Brain-Computer Interface" (BCI) che rende disponibili nuovi canali di comunicazione tra il cervello e i devices che consentono di rimediare a lesioni o amputazioni.

Analizza la possibilità di governare a distanza oggetti quali droni o bracci robotici mediante tecniche elettroencefalografiche.

Chiudono il capitolo:
– l'Intervista a Carlo Miniussi, Direttore del Centro Interdipartimentale Mente/Cervello – CIMeC;
– le schede delle start up: Paradromics, Neuron Guard, Mindmaze, Rythm.

04 Approfondimenti: Arte e Creatività

Definisce la Neuroestetica come lo studio delle reazioni neurali che portano alla creazione e alla contemplazione dell'opera d'arte e identifica le reazioni neurologiche che accendono le emozioni quando un artista crea o uno spettatore / ascoltatore fruisce di un'opera d'arte.

Descrive che nel cervello è incorporato il "mirror neuron system", il meccanismo che consente a chi guarda / ascolta di "comprendere" i sentimenti, le intenzioni e le azioni dell'artista ed entrare in sintonia con lei/lui.

Spiega che lo sviluppo di nuovi strumenti tecnologici quali: l'elettroencefalografo portatile e l'Eye-tracking System, che monitora la posizione degli occhi e ne misura gli spostamenti, consentirà alla Neuroestetica di compiere progressi significativi. Infatti l'uso combinato di entrambi permetterà di studiare i visitatori e di creare, in futuro, il museo più adatto a ciascuno di essi.

Affronta il tema della creatività, attività che coinvolge diverse parti del cervello che lavorano in modo integrato ed è favorita da un ambiente adeguato fatto di luci soffuse, rumori ovattati, temperature moderate e anche un po' di disordine.

Descrive la difficoltà di misurare l'incidenza dell'insegnamento sulle capacità creative e avverte che lo stress agisce negativamente sulle capacità creative, che invece sono stimolate dal riposo.

Chiudono il capitolo:
– l'intervista a Zaira Cattaneo Associate Professor in Psychobiology and Physiological Psychology, Department of Psychology, University of Milano-Bicocca;
– la scheda della start up Emotiv;
– l'esperienza delle Gallerie di Italia di Intesa Sanpaolo: "L'ultimo Caravaggio. Eredi e nuovi maestri"

05 Approfondimenti: Formazione e Apprendimento

Riporta le definizioni di intelligenza date da:
– A. Binet, inventore del primo test di intelligenza utilizzabile, base dell'odierno test QI;
– H. Gardner, dre della teoria sulle intelligenze multiple;
– R. Sternberg, tra i più autorevoli studiosi dell'intelligenza e dello sviluppo cognitivo.

Spiega che l'efficienza è una caratteristica dell'organizzazione cerebrale e si raggiunge quando diverse aree del cervello comunicano tra loro in modo efficace minimizzando lo spreco di energia.

Definisce la "plasticità neuronale" come quella abilità tipica del cervello umano di adattarsi e riorganizzarsi davanti ai cambiamenti dell'ambiente.

La struttura del cervello si sviluppa e modifica grazie all'esperienza e ciò consente il miglioramento dell'efficienza nell'esecuzione delle attività.

Spiega come l'attività fisica possa migliorare quella cerebrale e che entrambi le attività possono rallentare il declino cognitivo.

Affronta il tema della formazione e del mantenimento delle informazioni, smonta la teoria di poter apprendere durante il sonno.

Ipotizza che in futuro l'educatore potrà definire percorsi di apprendimento personalizzati basati sul livello di sviluppo cognitivo di ciascun allievo.

Indica nella dislessia e nell'autismo i disturbi cognitivi più diffusi e accenna alle tecniche utilizzate per affrontarli.

Rivela che ci sono differenze di genere nell'utilizzo delle diverse aree del cervello.

Partendo dal principio base dell'apprendimento: "neurons that fire together, wire together", analizza le diverse tecniche per stimolare le potenzialità cognitive.

Chiudono il capitolo:
– l'intervista a Nadia Bolognini University of Milano Bicocca, Department of Psychology, & IRCCS Istituto Auxologico Italiano, Laboratory of Neuropsycology;
– la scheda della start up Halo Neuroscience.

06 Approfondimenti: Aspetti Legali ed Etici

Riporta il dibattito di carattere etico in merito alla possibilità che i progressi delle neuroscienze e delle tecnologie, ad esse collegate, offriranno, a breve, agli scienziati la possibilità di penetrare nei più reconditi recessi della mente di un essere umano. La discussione ovviamente riguarda anche il settore legale, ci si chiede, per esempio, se l'autorità potrà usare apparecchiature atte a "leggere" nella mente di un testimone.

Si chiede in futuro come verrà stabilito il limite tra il diritto alla privacy della persona e quello dell'autorità di conoscere alcuni aspetti reconditi della sua mente, considerando anche il fatto che l'essere umano è in grado di modificare i propri ricordi.

Accenna al dibattito in corso circa la liceità dell'uso dei "cognitive enhancers" o "smart drugs", sostanze normalmente adoperate per curare malattie quali l'Alzheimer o il Morbo di Parkinson, che stimolano specifiche zone cerebrali e se assunte, in un dato contesto, da persone "sane" permettono loro di andare oltre lo standard abituale e migliorare significativamente le proprie prestazioni.

Avverte che, in futuro, i progressi nella conoscenza del cervello potranno metterci in condizione di agire sui meccanismi che regolano emozioni, umori ed empatia verso gli altri.

Spiega che per comprendere i comportamenti umani i tre fattori da tenere maggiormente in considerazione sono: il profilo genetico, la struttura del cervello e l'ambiente.

Il capitolo si chiude con:
– l'intervista a Dario Nardi studioso delle neuroscienze e della personalità;
– l'intervista a Nick Chater Professor of Behavioural Science at Warwick Business School.

07 Approfondimenti: Marketing

Premette che la nostra mente è perennemente al lavoro per compiere le scelte frutto dei processi che fanno capo ai modelli duali.

Esamina uno di questi modelli duali: il "planner doer model", descrivendone le caratteristiche e il funzionamento nel momento in cui si verifica la necessità di prendere una decisione.

Indica le differenti aree cerebrali coinvolte in ciascuna fase di attuazione del "planner doer model" e come tale modello sia comparabile con altri "dual process".

Mette in luce le aree cerebrali che presiedono ai comportamenti consci e inconsci, e cosa succede nel cervello quando si guarda un'opera d'arte o si ascolta un brano musicale.

Definisce il "neuromarketing" come: l'applicazione delle neuroscienze al marketing che analizza le reazioni cognitive ed emotive dei consumatori agli stimoli del marketing, indicando quali grafici possono scaturire da tali analisi e quali caratteristiche rivelano del consumatore.

Spiega che il "Neuromarketing" include l'uso di strumenti tecnologici per misurare le reazioni dei soggetti verso specifici prodotti, confezioni, pubblicità e altri elementi di marketing.

Descrive come vengono usati i questionati per profilare i consumatori.

Racconta come si passa dallo studio del singolo individuo allo studio del comportamento collettivo.

Spiega come attraverso i social sia possibile catturare una mole significativa di dati dei consumatori, da cui estrarre, una volta processati, informazioni precise sulle loro abitudini e comportamenti.

Il capitolo si chiude con:
– le schede delle start up:
Neural Sense, Neuralya, Sinetiq

08 Approfondimenti: Finanza e Investimenti

Spiega che la Neurofinance è il frutto dell'applicazione dell'approccio neurale alla finanza mediante il quale sono stati creati dei modelli di decision making in grado di prevedere un'ampia gamma di comportamenti in campo economico.

Informa su quali sono le diverse aree cerebrali che vengono interessate quando bisogna valutare i diversi investimenti e i fattori di rischio ad essi collegati.

Afferma che le tecniche neuroscientifiche sono in grado di supportare i ricercatori nel catalogare le caratteristiche cognitive individuali e i meccanismi "automatici" di comportamento.

Rivela che donne e uomini usano differenti parti del cervello quando devono decidere come investire, tendenzialmente le prime preferiscono tenersi "liquide" al contrario dei rappresentanti dell'altro sesso che prediligono avere titoli in portafoglio.

Illustra il ruolo giocato dalle emozioni nel processo decisionale di investimento e afferma che non si può prescindere da esse nella definizione dei modelli di comportamento degli investitori.

Individua nello sviluppo della teoria del decision-making il principale merito delle neuroscienze applicate all'economia. Il conoscere le ragioni che spingono a prendere decisioni errate o sub-ottimali consente di sviluppare dei tool per migliorare l'efficacia dei processi decisionali.

Chiude il capitolo:
– l'intervista a Enrico Maria Cervellati, Associate Professor of Corporate Finance at the Department of Management Ca' Foscari University of Venice.

09 Approfondimenti: Risorse Umane

Spiega che le Neuroscience applicate al campo delle Risorse Umane possono favorire una migliore gestione delle organizzazioni.

Definisce la "Organizational Neuroscience" come il ramo delle neuroscienze dedicato all'indagine dei fenomeni social-cognitivi nell'organizzazione, che consente di comprendere meglio le interazioni tra il cervello e l'ambiente lavorativo.

Illustra come lo sviluppo tecnologico migliora la comprensione dei comportamenti. In particolare la possibilità di monitorare il movimento degli occhi (eyetracking) e di misurare la dilatazione delle pupille (pupillometry) può dare ai professionisti dell'HR preziose informazioni circa le difficoltà cognitive insite nel ricoprire un determinato ruolo all'interno di un'organizzazione.

Chiarisce come l'applicazione delle conoscenze, derivate dallo studio delle neuroscienze, può ottimizzare e facilitare lo sviluppo della fiducia e delle relazioni all'interno delle organizzazioni.

Analizza lo "SCARF Model" e dà indicazioni su come applicarlo nel campo delle Risorse umane.

Spiega come i giochi virtuali siano utili per migliorare i risultati del processo di selezione e assunzione.

Analizza quali sono i fattori essenziali per creare un ambiente cooperativo all'interno di un'organizzazione.

Chiudono il capitolo:
– l'intervista a Frida Polli CEO e Co-Founder della start up Pymetrics;
– la scheda della start up: pymetrics;
– la descrizione dell'esperienza Intesa Sanpaolo con pymetrics.

01

Dal Cervello alla Mente

26 Il ruolo della ricerca scientifica

34 Dalla fisiologia alle neuroscienze cognitive

46 Lo sviluppo del neuroimaging funzionale

52 Approcci metodologici del neuroimaging

60 Neuro-amore e neuro-odio

01 – SINTESI

26

Il cervello umano è l'enigma più complesso che esista al mondo.

Il ruolo della ricerca scientifica

34

I neuroni comunicano tra di loro utilizzando segnali sia elettrici sia chimici.

Dalla fisiologia alle neuroscienze cognitive

01 – SINTESI

46

La chiave per comprendere il cervello umano è il lavoro interdisciplinare.

Lo sviluppo del neuroimaging funzionale

52

I neuroscienziati possono studiare il funzionamento cerebrale con diverse tecniche, ognuna delle quali comporta vantaggi e svantaggi specifici.

Approcci metodologici al neuroimaging

60

Le neuroscienze sono ormai uno dei campi di ricerca più popolari. La popolarità porta tuttavia con sé una elevata responsabilità scientifica.

Neuro-amore e Neuro-odio

Il ruolo della ricerca scientifica

Le neuroscienze nacquero quando si cominciò a valutare il collegamento tra mente e cervello: prima spettava alla filosofia, all'antropologia e perfino alla religione indagare sull'origine dei pensieri, delle esperienze e delle emozioni. Dagli ultimi decenni precedenti la rivoluzione scientifica, in cui si sapeva poco dei meccanismi del corpo umano, e fino all'alba del ventesimo secolo, che ha segnato la nascita dell'intelligenza artificiale, cervello e mente erano considerati o due entità distinte o un'unica entità, e c'erano diverse sfumature di posizioni rispetto alle reciproche influenze tra l'uno e l'altra.

Secondo la **filosofia cartesiana**, la cosiddetta "questione mente-cervello" scaturiva da una formulazione specifica per cui la mente apparteneva al regno immateriale, nettamente separato dal cervello materiale. Il dualismo cartesiano si basava sulla massima "cogito ergo sum", un'impostazione in base alla quale la mente e le sue percezioni sono le uniche entità della cui esistenza non si può dubitare: secondo le parole di Descartes, non è possibile essere sicuri del fatto che esista il mondo materiale al di fuori di come lo concepisce la nostra mente, argomento oggi affrontato anche da media popolari quali cinema e letteratura. Il cervello cartesiano è materia pura, soggetta al controllo dell'immateriale, sebbene unicamente della mente.

Il cervello umano è l'enigma più complesso che esista al mondo.

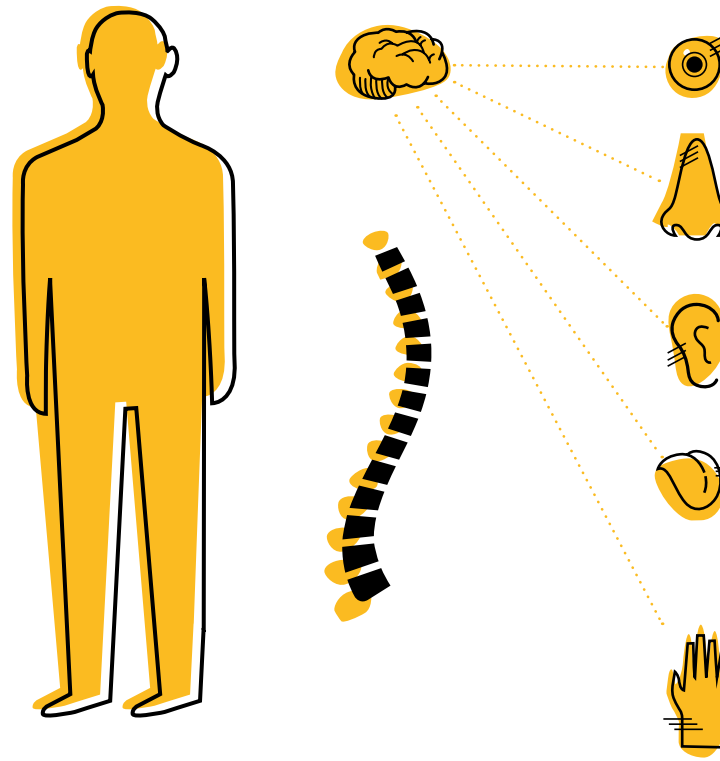
Questione mente-corpo
Che rapporto c'è tra il corpo e la mente?

Psicologia sperimentale
Studio del comportamento e della mente tramite l'applicazione del metodo sperimentale.

Neuroscienza cognitiva
Disciplina che indaga sui correlati neurali dei processi psicologici usando gli strumenti di imaging neurale.

Trecento anni dopo Descartes, gli albori della psicologia sperimentale e delle neuroscienze hanno visto il tramonto dell'introspezione, la prima caratteristica che permetteva di definire la psicologia una scienza, a favore dell'indagine sul comportamento animale e umano: in tale prospettiva, lo studio della mente ha cercato di includere tutte le funzioni mentali in quanto prodotto del cervello, negando qualsiasi dualismo, e facendo risalire tutto a molecole che non presentano differenze neppure tra uomo, cane e topo.
Per i primi comportamentisti, mente e cervello erano il riflesso l'una dell'altro: come già postulato da Leibniz e, più di recente, da Wundt, le due entità agiscono secondo l'armonia prestabilita di due orologi separati che tengono lo stesso ritmo, così come la nostra vita mentale e la struttura neurale si determinano reciprocamente.

→
Il modo in cui percepiamo il mondo esterno è determinate dai cinque sensi umani: vista, olfatto, gusto, tatto e udito.



Il cervello è un minuscolo organo che governa il nostro corpo dalla sua posizione in alto nella testa, vicino agli organi di senso, gli occhi, le orecchie, la bocca e il naso, al comando dei nostri arti, pronto a ricevere il tocco delle nostre mani, ciò che vediamo, gli odori, le parole e la musica. Il cervello è il luogo in cui un conglomerato di strutture fisiche diventa la mente, manifestazione di esistenza e coscienza.

È interessante notare come il contesto culturale e lo stato delle conoscenze tecnologiche abbiano costantemente modellato il percorso dell'indagine scientifica sul cervello e sulla mente. Scienziati antichi e moderni hanno sempre cercato di collegare i meccanismi interni del funzionamento cerebrale ai fenomeni che conoscevano o che venivano progressivamente scoperti.

Ad esempio, per Galeno di Pergamo, nei primi secoli dell'Impero Romano, i meccanismi che regolano la Terra e l'Universo sono percepiti come un tutt'uno con quelli che governano l'anatomia e la fisiologia della vita sul pianeta,

ossia in base alla dinamica dei fluidi: quindi, secondo Galeno, mentre il sangue scorre attraverso il sistema arterioso, il cuore instilla in esso lo spirito vitale e il cervello instilla lo spirito psichico, permettendo l'attività di tutte le funzioni mentali superiori. Ispirandosi alla padronanza dell'ingegneria idraulica da parte dei Romani, Galeno aveva denominato le strutture del cervello come "canale", "acquedotto" e "cisterna".

Più in là nel tempo, dopo che l'epoca delle esplorazioni e della mappatura geografica, la rivoluzione scientifica del diciassettesimo secolo e l'Illuminismo ebbero suscitato nella società nuove esigenze di sistematizzazione enciclopedica della conoscenza, Franz-Joseph Gall, un medico tedesco, tentò la prima mappatura completa delle funzioni cerebrali dell'essere umano, identificando le varianti di ogni particolare della forma del cranio e collegandole al comportamento. Gall dedicò la sua vita ad assegnare a ogni nucleo del cervello una specifica funzione, esattamente come gli esponenti di punta dell'Illuminismo lavorarono decenni alla prima Enciclopedia: localizzò ventisette funzioni mentali, collegandone diciannove specificamente agli esseri umani. Nonostante la sua idea errata che la forma esteriore del cranio determinasse il funzionamento interno del cervello, giustificando il comportamento e le caratteristiche della personalità, Gall propugnò la riduzione della mente all'interno del cervello e della sua biologia e chimica, e fu il primo a isolare sistematicamente le funzioni cognitive in maniera esaustiva.

Poco prima della nascita delle moderne neuroscienze, la tecnologia fece un balzo in avanti verso nuove ed entusiasmanti direzioni: prima di tutto la scoperta dell'elettricità e le sue applicazioni nella fisiologia del neurone, poi l'intuizione che l'attività cognitiva, all'interno della quale rientrano l'elaborazione delle emozioni e la capacità di calcolo, potesse essere collegata a un aumento del flusso ematico cerebrale,

hanno fatto progredire le neuroscienze di pari passo con la tecnologia tra la fine del diciannovesimo e l'inizio del ventesimo secolo. Entro il 1859 Hermann van Helmholtz aveva misurato la velocità con cui l'elettricità si propaga in un assone, il collegamento fra i neuroni. Angelo Mosso ideò una "bilancia" speciale per misurare l'aumento del flusso ematico cerebrale durante le attività cognitive e Charles Scott Sherrington scoprì come il segnale "sfreccia" da un neurone all'altro, parlando per la prima volta di sinapsi. Il primo premio Nobel del ventesimo secolo legato alle neuroscienze andò, nel 1906, a Camillo Golgi e Santiago Ramon y Cajal per aver scoperto il modo in cui i neuroni sono collegati fra loro e organizzati in circuiti strutturati.

Poco dopo, Adrian, Gasser ed Erlanger furono in grado di amplificare il segnale sinaptico, osservandolo come una traccia luminosa o il suono di un altoparlante esterno. Da allora, ogni scoperta avvenuta in fisica o in chimica, da quella di alcuni composti organici al fenomeno della risonanza magnetica; ogni progresso tecnologico, lo sviluppo di computer sempre più potenti e veloci, ha avuto applicazioni neuroscientifiche: la scoperta delle sinapsi chimiche e dei neurotrasmettitori, la possibilità di modificare rapidamente certe proprietà atomiche dell'acqua per guardare dentro il cervello e vederne struttura e funzione. Attualmente ci si serve di algoritmi computazionali predittivi ad alta prestazione per simulare la complessità dei dati di imaging cerebrale, e in sostanza la cognizione stessa.

Oggi siamo nell'era di internet e della comunicazione. Il neuroimaging è ormai permeato di termini quali "rete" e "connettività"; le regioni corticali sono rappresentate come nodi o hub; l'Intelligenza Artificiale, il machine learning, il cloud computing si applicano normalmente ai dati di imaging cerebrale.

Ogni cosa abbia detto l'uomo sul cervello scaturisce dal cervello stesso.

400 A.C. — Platone
La mente (o anima) non si può identificare con il corpo fisico né spiegare in termini corporei.

1000 — Avicenna
Il cervello è il luogo in cui la ragione interagisce con la percezione. L'io non è logicamente dipendente da alcun elemento fisico (corpo).

1600 — Descartes
Due tipi di sostanza: materia, una sostanza che si estende nello spazio; mente, una sostanza pensante ("res cogitans").

1800 — Flourens
Le diverse parti del cervello controllano i diversi aspetti del comportamento.

2000 — Moderne Neuroscienze
Come fa il cervello a dare origine alla mente? La coscienza è diventata un argomento scottante per gli scienziati che si occupano del cervello.

Il dualismo Mente Cervello nel corso dei secoli

David Chalmers
TED talk:
"How do you explain consciousness"

Il cervello umano

1250 g Peso medio
86 Mld Cellule nervose
2% del peso totale corporeo
1200 mm^3 Volume
150.000 Km Connessioni di materia bianca

A dire il vero, le più recenti visioni materialiste "cercano la mente" all'interno di qualsiasi sistema abbastanza complesso (anche artificiale) da poter riprodurre gli stessi meccanismi che hanno luogo nel sistema nervoso. Eppure siamo lontani dalla piena comprensione di tali meccanismi: come ha origine la coscienza, in che modo classifichiamo oggetti, percezioni, azioni e li organizziamo in un mondo semantico complesso, in che modo mentiamo o crediamo, in parte tutto ciò sfugge ancora alla nostra comprensione. Un'altra importante domanda ancora senza risposta concerne il ruolo del libero arbitrio: una totale equivalenza fra cervello e mente implicherebbe che il libero arbitrio fosse soltanto un'illusione e che, conoscendo i meccanismi fisiologici che generano la nostra mente cosciente, potremmo acquisire la capacità di prevedere il comportamento di qualsiasi persona conoscendone la struttura e le connessioni cerebrali.

Conoscere la struttura e la fisiologia del cervello consente di prevedere il comportamento?

In tale contesto, sebbene le Neuroscienze siano ora in grado di spiegare il comportamento in termini fisici tramite l'azione dei segnali elettrici che si propagano all'interno del cervello e a partire dal cervello, delle sostanze chimiche che vengono scambiate per stimolare o inibire funzioni, degli zuccheri e dell'ossigeno che vengono scomposti in molecole che liberano energia per mantenere vive le cellule, non siamo ancora in grado di cogliere la complessità della mente: attualmente conosciamo il rapporto di causa-effetto tra alcune manifestazioni della mente e il funzionamento di alcune aree specifiche del cervello, ma ancora non siamo in grado di riprodurre i comportamenti complessi degli esseri umani, come se la mente volesse sfuggire ai nostri laboratori.

L'attenzione e la memoria, l'apprendimento, l'azione e il controllo motorio, il linguaggio per la comunicazione e la

concettualizzazione, le emozioni e molti disturbi psichiatrici sono stati associati a regioni della corteccia cerebrale, alla connettività attraverso i percorsi della sostanza bianca o alle strutture sottocorticali, alcune delle quali sono così antiche dal punto di vista evolutivo, che gli esseri umani le hanno in comune con forme di vita ancestrali quali i rettili.
Tuttavia, più la nostra conoscenza si amplia, più ci rendiamo conto di avere ancora tanto da capire. La complessità della mente, per quanto riguarda le numerose, ma non infinite connessioni con il cervello, mette alla prova chiunque affronti lo studio del comportamento. Nessun computer attuale è in grado anche solo di avvicinarsi alla riproduzione della complessità dei pensieri dell'essere umano, sebbene si conosca il funzionamento della trasduzione dei segnali elettrici e chimici e il loro effetto sui neuroni.
Effettivamente c'è un cono d'ombra, un territorio inesplorato ancora in attesa di essere compreso, e là dobbiamo dirigere la nostra attenzione.

Henry Markram
TED talk:
"A brain in a supercomputer"

Computer e robot potrebbero diventare coscienti?

NCC
I correlati neurali della coscienza (Neural Correlates of Consciousness: NCC) costituiscono i meccanismi neuronali minimi sufficienti, congiuntamente, per ogni specifico percetto cosciente.

AC
La coscienza artificiale potrebbe essere creata emulando i correlati neurali della coscienza.

Turing Test
Può una macchina essere in grado di mostrare un comportamento intelligente equivalente a quello di un essere umano o indistinguibile da esso?

Dalla fisiologia alle Neuro-scienze Cognitive

«Quelli di noi che hanno studiato neuroscienze e psichiatria negli anni '80 hanno assistito alla nascita e al rapido affermarsi di un'era: l'esplorazione metabolica e funzionale in vivo del cervello umano. Grazie alla tomografia a emissione di positroni (PET), alla spettroscopia in risonanza magnetica (MRS) e, più di recente, alla risonanza magnetica funzionale (fMRI), agli scienziati di diverse specializzazioni è stata offerta un'opportunità senza precedenti: studiare le basi biochimiche delle attività mentali nel cervello in azione di persone sane e malate. Le misurazioni del metabolismo cerebrale regionale del glucosio e del flusso ematico ottenute con la PET (o i fenomeni legati al flusso ematico visibili tramite fMRI) rappresentano indicatori affidabili di attività neuronale/sinaptica, la base di qualsiasi azione, percezione, pensiero o sentimento che il nostro cervello possa essere in grado di sperimentare»

Pietrini P., Towards a biochemistry of mind?, Am J Psychiatry 160:11, Novembre 2003, 1907-1908.

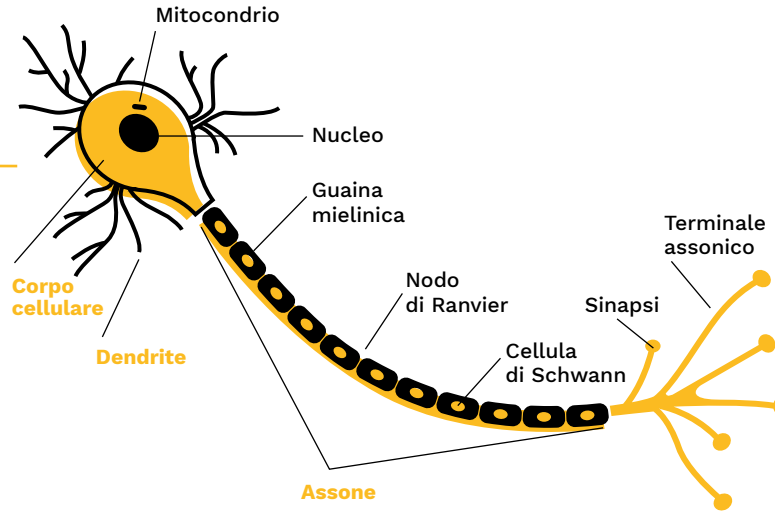
L'avvento di metodologie in grado, per la prima volta,

di “aprire una finestra” sul cervello umano per osservare il funzionamento mentale ha rivoluzionato le neuroscienze.

Prima di addentrarci nel mondo del neuroimaging per dissezionare gli aspetti molecolari delle funzioni cerebrali, presentiamo il protagonista principale dell’attività cerebrale e il suo funzionamento fisiologico di base.

Il neurone e la sinapsi

Il cervello umano è fatto di neuroni che si connettono tra di loro per trasmettere segnali a lunga distanza e inviarsi reciprocamente messaggi.



Khan Academy
Anatomy of a neuron
Human anatomy and physiology

Khan Academy
Sodium-potassium pump cells

Ma quanti neuroni ha il cervello umano?

È vero che nel nostro cervello ci sono tanti neuroni quante sono le stelle della Via Lattea? Presumibilmente, il cervello è costituito da circa 80-90 miliardi di neuroni (mentre si stima che la galassia che contiene il nostro Sistema solare comprenda fino a 400 miliardi di stelle!), ma al momento

non abbiamo cifre più precise. Infatti, come la Via Lattea comprende stelle di diverse dimensioni e luminosità, il cervello possiede neuroni, intrecciati, di diversa forma e grandezza e con una densità locale che varia da una struttura all'altra (ad esempio, il cervelletto contiene il quadruplo dei neuroni della corteccia cerebrale). Per fare un paragone, il cervello di un elefante africano contiene 250 miliardi di neuroni, quello di un gorilla 33 miliardi, quello di un leone 5 miliardi, quello di un ratto 200 milioni e quello di una lumaca 11 mila.

Lumaca
11.000

Moscerino della frutta
250.000

Ratto
200 Mln

Gatto
760 Mln

Cane
2,3 Mld

Leone
4,7 Mld

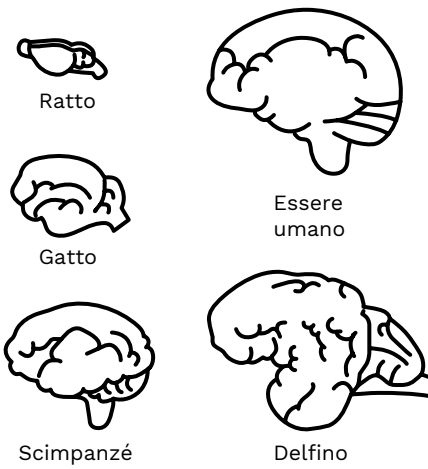
Gorilla
33,4 Mld

Essere umano
86 Mld

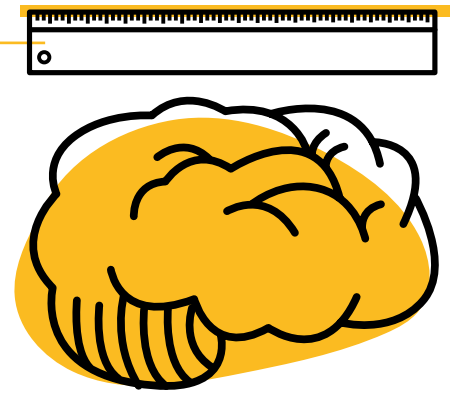
Elefante
257 Mld

Quanti neuroni ci sono in un cervello?

Dimensione e morfologia del cervello variano da una specie all'altra.



Suzana Herculano
What is so special about the human brain?



Larghezza media
140 mm

Lunghezza media
167 mm

Altezza media
93 mm

Inoltre, la quantità complessiva di neuroni cambia con l'età. Se fino alla nascita sopravvive appena la metà delle cellule nervose generate nella vita embrionale dei mammiferi, nei primi anni di vita i neuroni aumentano (a due anni, il cervello umano è circa l'80% della sua dimensione adulta) e lavorano in maniera più efficiente, sfoltendo le connessioni inadeguate dal punto di vista funzionale. Il cervello matura fino a poco prima dei 30 anni e raggiunge il suo maggior volume fra i 30 e i 40 anni. Tuttavia, dopo la sua maturazione, il cervello umano comincia a perdere 1 neurone al secondo. Tale perdita potrebbe arrivare fino a 4 neuroni al secondo con l'abuso di droghe e perfino a 30.000 al secondo in caso di ictus!

Alla nascita
370 cm^3

A un anno di vita
960 cm^3

Giovane adulto
1250 cm^3

Anziano
1100 cm^3

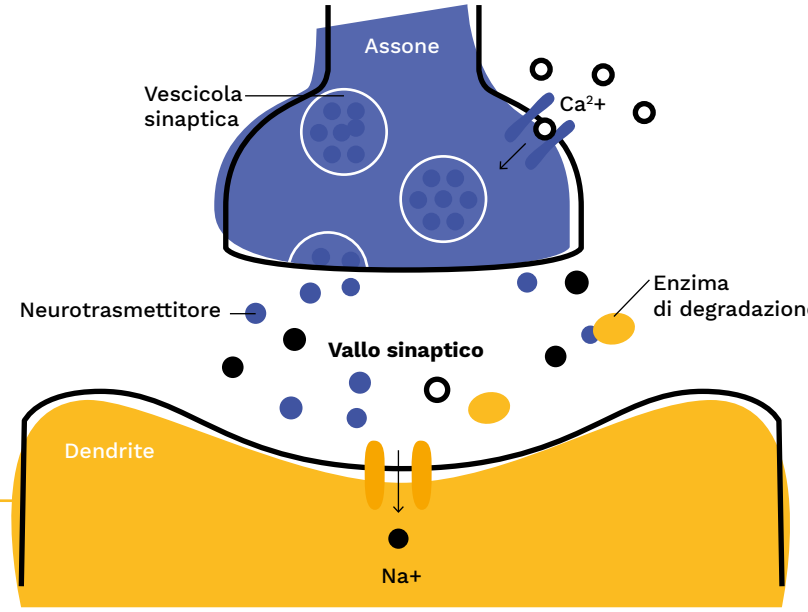
Cambiamenti nelle dimensioni del cervello

In quanto cellule stimolate elettricamente, i neuroni elaborano e trasmettono informazioni attraverso segnalazioni elettrochimiche, chiamate sinapsi. Ogni neurone può creare fino a 10.000 interconnessioni con altri neuroni, trasferendo segnali attraverso più di 1.000 miliardi di connessioni sinaptiche. Le connessioni fra neuroni, organizzate secondo reti neurali, non sono statiche ma cambiano nel corso del tempo. Più aumentano i segnali scambiati da due neuroni, più forte diventa la connessione, e quindi, a ogni nuova esperienza, il cervello riorganizza lievemente la propria struttura fisica. Come avviene per il numero di neuroni, la più consistente distruzione di sinapsi si verifica tra la prima infanzia e l'inizio della pubertà, durante la maturazione cerebrale.
Nello specifico, quando un neurone viene "stimolato", il voltaggio della sua membrana cambia in maniera significativa e si genera un impulso elettrochimico (potenziale d'azione): i neuroni in genere si attivano da 5 a 50 volte al secondo. Tale impulso viaggia rapido lungo il soma fino all'assone e viene trasferito, attraverso una sinapsi, ai dendriti (più raramente anche al soma o all'assone) di un neurone vicino.

I neuroni comunicano tra di loro utilizzando segnali sia elettrici sia chimici.

Tali interazioni fra neuroni sono effettivamente elettrochimiche, poiché ogni terminale assonico rilascia migliaia di molecole neurotrasmettitrici: i neurotrasmettitori sono messaggeri chimici, che trasmettono, amplificano e modulano i segnali tra i neuroni e le altre cellule.

→
Sinapsi chimica



Khan Academy
Neuronal synapses
Human anatomy
and physiology

Quando parte un potenziale d'azione, a livello della sinapsi, vengono liberati neurotrasmettitori di vario tipo, i quali si legano ai recettori del neurone ricevente. I neurotrasmettitori non si limitano a eccitare o inibire, ma possono anche esercitare funzioni più complesse sui neuroni connessi: modularne lo stato di attivazione, regolarne la capacità di rispondere agli stimoli, modificarne la prestazione funzionale e la conformazione strutturale ecc.

30 nanometri
ampiezza di una sinapsi

VS

100.000 nanometri
spessore di un foglio di carta

Quanto è lungo un assone? La lunghezza va da pochi micrometri a parecchi centimetri.
La comunicazione sinaptica è a tal punto fondamentale che oltre il 70% dell'energia neuronale è impiegata per supportare tale funzione. Ma come genera energia il neurone?

Come si "alimentano" i neuroni...
Sebbene sia una macchina complessa, il cervello si basa sul più elementare consumo metabolico di semplice glucosio e ossigeno. Nessun altro nutriente potrebbe essere elaborato fisiologicamente per produrre energia. Tuttavia, il cervello non dispone di un deposito di nutrienti adeguato e dipende esclusivamente dal flusso ematico per rifornirsi dei nutrienti necessari. Di conseguenza, nonostante rappresenti circa il 2% del peso di un essere umano adulto, il cervello riceve fino al 15% del sangue pompato a ogni battito cardiaco, divora costantemente il 10% del glucosio in circolo e circa il 20% dell'ossigeno presente nel sangue.

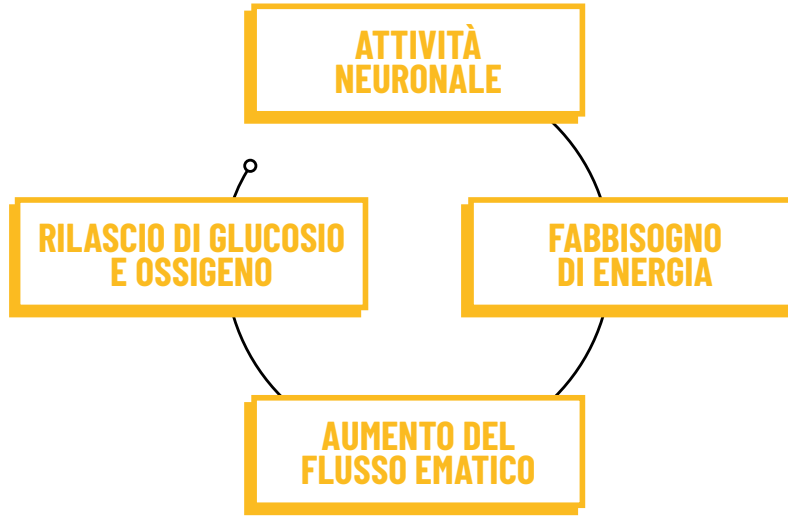
Il cervello consuma il 20% del nostro metabolismo. Tale percentuale può arrivare al 75% nei neonati.

Il glucosio viene quindi ossidato per produrre ATP, il carburante che serve al motore cellulare per funzionare. Ma l'apporto di nutrienti al cervello da parte del sangue deve soddisfare costantemente la richiesta metabolica: dopo pochi secondi di diminuzione del flusso ematico, i neuroni cominciano a soffrire. Un esempio? Quando ci alziamo troppo velocemente, senza un adeguato rifornimento di sangue, il cervello entra in crisi, causando capogiri e annebbiamento della vista. Quindi, come può il cervello fornire scorte di sangue sufficienti a quei neuroni che lavorano di più?

Oltre ai neuroni, il cervello contiene più o meno la stessa quantità di cellule gliali, i cui tipi più comuni sono gli astrociti.

Essendo questi ultimi molto più piccoli dei neuroni, sono fino a dieci volte più numerosi. Gli astrociti svolgono un ruolo attivo nella comunicazione e nella neuroplasticità cerebrale, e inoltre supportano, nutrono e riparano i neuroni del sistema nervoso centrale, ma soprattutto sembrano avere un ruolo importante nel regolare l'apertura delle arterie per incrementare l'afflusso ematico a quei neuroni la cui attività sinaptica aumenta.

Più aumenta l'attività neuronale, maggiore è il fabbisogno di energia, maggiore è l'apporto di sangue che fornisce glucosio e ossigeno. Questo meccanismo fisiologico è noto come "accoppiamento neurovascolare".



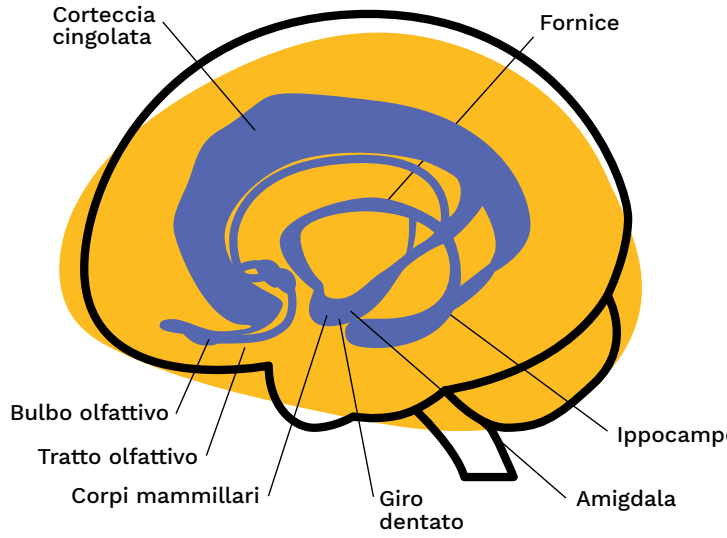
Tale meccanismo di accoppiamento, che collega i vasi sanguigni al neurone attraverso gli astrociti in una regione cerebrale "attivata", rappresenta la base fisiologica per le metodologie di neuroimaging, che misurano gli indicatori "indiretti" dell'attività sinaptica, quali il consumo di glucosio e le variazioni nel flusso ematico.

Orientarsi nella mappa del cervello

Il cervello, un organo umido di 1.250 g, grigio chiaro all'esterno e rosa biancastro all'interno, controlla ogni minimo aspetto della nostra vita, di giorno e di notte. Una macchina complessa, con circa 150.000 km di fibre nervose mieliniche che fanno viaggiare le informazioni fino a 120 m/s, che rispecchia al suo interno la complessità del mondo in cui viviamo e il modo in cui funzioniamo.

Il cervello umano è costituito da diverse strutture che sovrintendono a diverse funzioni e riflette la propria storia evolutiva, dalla prima struttura cerebrale apparsa nei vermi oltre 500 milioni di anni fa.

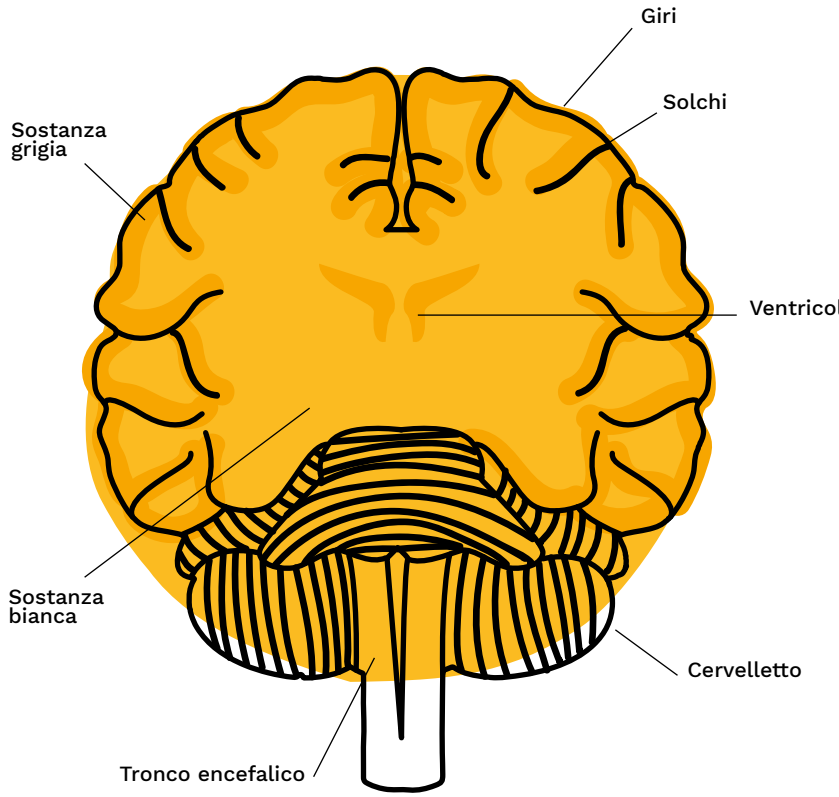
In sintesi, il tronco encefalico, la regione più primitiva, è costituito da bulbo, ponte e mesencefalo e supporta funzioni omeostatiche fondamentali (ovvero, controlla i riflessi e le funzioni automatiche, i movimenti degli arti e le funzioni viscerali, quali digestione e minzione).



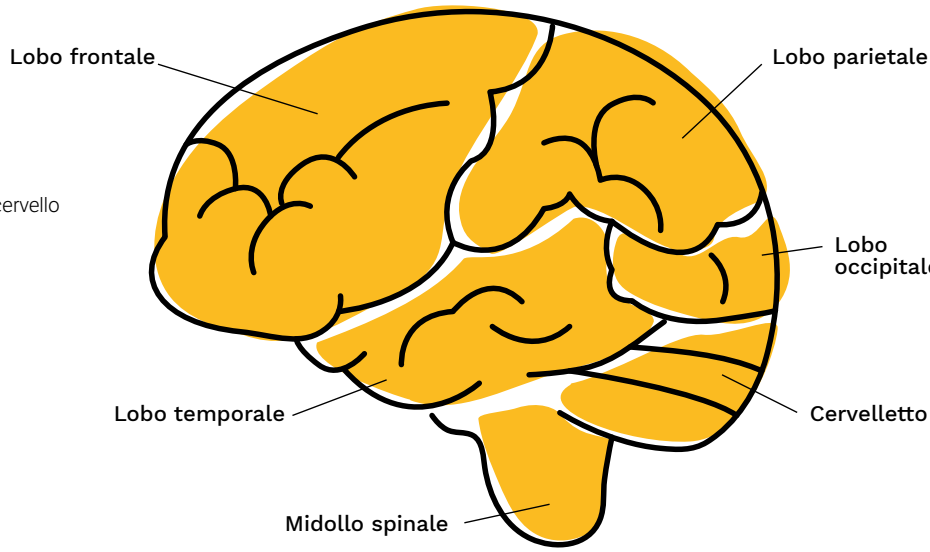
→ Il sistema limbico

L'ippocampo, l'amigdala, il bulbo olfattivo, l'ipotalamo, i gangli basali e la corteccia cingolata costituiscono il sistema limbico, che è responsabile della regolazione delle funzioni viscerali, della temperatura e delle reazioni comportamentali, fra cui i comportamenti emotivi, nutritivi, sessuali e aggressivi. Il cervelletto integra le informazioni provenienti dal sistema vestibolare per coordinare i movimenti degli arti.

Il cervello propriamente detto è la più grande componente cerebrale umana, con una superficie di circa 1,5-2 m^2. La parte più riconoscibile è la corteccia cerebrale (ovvero la sostanza grigia) che ricopre estesi tratti di fibre (ossia la sostanza bianca) e alcune strutture più in profondità. Affinché tale superficie possa rientrare all'interno del cranio, la corteccia è ripiegata, formando pieghe (giri) e solchi. Vari solchi profondi dividono la corteccia cerebrale in diversi lobi: quello frontale, quello parietale, quello occipitale e quello temporale.



All'interno di ogni lobo ci sono aree del cervello con diverse funzioni, ed è per questo che il cervello è considerato segregato dal punto di vista funzionale. Nello specifico, come illustrerà bene il Capitolo 2, il cervello contiene regioni che ricevono e interpretano informazioni sensoriali (ad esempio le aree occipitale, parietale e temporale), innescano il movimento (ovvero la corteccia frontale e parietale, insieme ai gangli basali), permettono il ragionamento e la sperimentazione di emozioni (in particolare il lobo frontale, ma anche l'amigdala e l'ippocampo). Ciononostante, ogni parte del cervello "parla" con tutte le altre e l'elaborazione delle informazioni avviene in maniera funzionalmente integrata. Infatti, dentro al cervello, i diversi lobi e i due emisferi cerebrali comunicano tramite lunghi tratti di fibre di sostanza bianca.



→
Parti del cervello umano

Khan Academy
Cerebral cortex
Organ Systems

Lobi e funzioni del cervello umano

Frontale
Ragionamento, programmazione, discorso, movimento, emozioni, problem solving.

Parietale
Movimento, orientamento, riconoscimento, percezione.

Occipitale
Elaborazione di informazioni visive.

Temporale
Percezione e riconoscimento di stimoli uditivi, memoria e discorso.

La corteccia cerebrale rappresenta il substrato biologico delle capacità cognitive umane che ci differenzia dalle altre specie animali. Basta guardare al notevole sviluppo della superficie corticale umana in termini di dimensioni e complessità, in particolare nelle regioni più anteriori (ossia nella corteccia prefrontale) per capire quanto siano unici e distintivi il suo funzionamento e le sue potenzialità... Pensiamo alle nostre competenze linguistiche, alla creatività, alle interazioni sociali, alle funzioni cognitive superiori, come la metacognizione (ovvero il riflettere sul proprio pensiero). E non dimentichiamo che questa complessità richiede periodi di maturazione più lunghi, durante i quali il cervello potrebbe essere vulnerabile a traumi, come stress o abusi, e a patologie. Ne parleremo più avanti.

Lo sviluppo del neuro-imaging funzionale

In quanto esseri umani, siamo sempre stati curiosi di capire come percepiamo il mondo circostante e interagiamo con esso, ma solo nella prima metà del diciannovesimo secolo, con l'avvento della psicologia sperimentale, si è fatta strada l'idea di analizzare in maniera sistematica le facoltà mentali.

Ogni esperimento scientifico è uno studio di causa-effetto: una variabile indipendente (causa) viene manipolata e si misura la variabile dipendente (effetto), tenendo sotto controllo le variabili estranee.

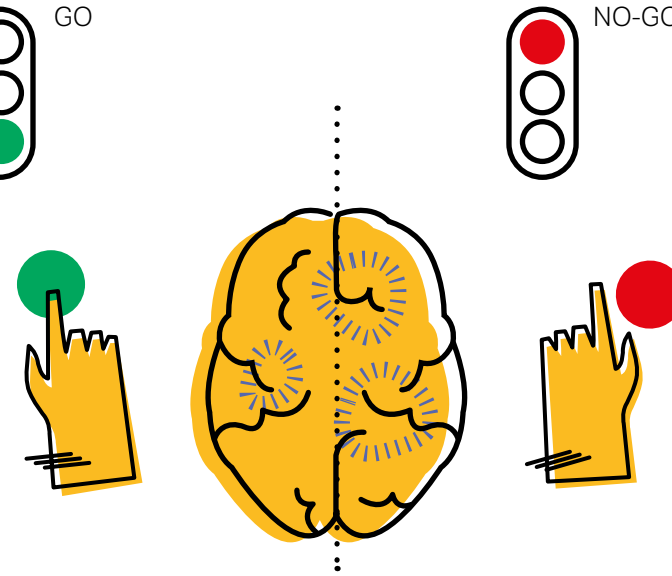
Ricercatori quali Ernst Weber e Gustav Fechner hanno postulato che si potesse utilizzare la quantificazione di aspetti specifici del comportamento umano per inferire le elaborazioni mentali di base implicate nell'analisi dell'ambiente. Ad esempio, usando un esperimento molto semplice, in cui ai soggetti viene data l'istruzione di premere un pulsante ogni volta che appare una luce verde, è possibile misurare quanto tempo passa tra la comparsa dello stimolo (luce verde) e la reazione del soggetto (pressione del pulsante), per calcolare con quanta rapidità le persone reagiscono agli eventi improvvisi.

Ragionamento deduttivo
Processo di ragionamento che parte da una o più premesse per giungere a una certa conclusione in maniera logica.

Approccio sperimentale
Procedura messa in atto per sostenere, confutare o confermare un'ipotesi utilizzando il metodo scientifico.

Per contro, se introduciamo ora una piccola variante, chiedendo ai soggetti di premere il pulsante quando appare la luce verde e sospendere la reazione ogni volta che appare una luce rossa, potremo ottenere molte più informazioni di quanto ci si potrebbe aspettare da un esperimento così semplice. Il numero di risposte errate (pressione del pulsante quando appare la luce rossa), infatti, è indicativo di quanto efficacemente si possano controllare comportamenti impulsivi, quali la reazione a eventi improvvisi. Inoltre, la differenza tra i tempi di reazione nel primo e nel secondo esperimento ci offre importanti indicazioni sui meccanismi attentivi implicati nella selezione degli stimoli. Negli ultimi 150 anni tale approccio ha portato a intuizioni fondamentali, seppur indirette, sulle facoltà mentali degli esseri umani viventi.

Nancy Kanwisher
Ted talk:
"A neural portrait
of the human mind"



I progressi ottenuti in ambito medico nella seconda metà del '900 hanno aperto la strada allo sviluppo del neuroimaging, offrendo la straordinaria possibilità di esaminare il corpo umano dall'interno in maniera non invasiva. Di anno in anno, la pneumoencefalografia, la tomografia computerizzata (CT), la tomografia a emissione di positroni (PET) e l'imaging a risonanza magnetica (MRI) hanno reso disponibili immagini del corpo umano, nonché del cervello, sempre più sofisticate e dettagliate.

Anno	Tecnica	Elemento misurato	Informazioni
1924	EEG	Attività elettrica	Variazioni nell'attività neurale
1961	PET	Consumo di glucosio radioattivo	Processi metabolici nel cervello
1967	CT	Immagini a raggi X	Anatomia del cervello
1968	MEG	Campi magnetici prodotti dai neuroni	Variazioni nell'attività neurale
1972	MRI	Risposta dei tessuti ai campi magnetici	Anatomia del cervello e variazioni del flusso ematico regionale (MRI funzionale)

I neuroscienziati hanno sfruttato questi strumenti innovativi per indagare direttamente che cosa succede nel cervello quando i soggetti sono impegnati in differenti compiti cognitivi o percettivi.

→
Scanner di risonanza magnetica per immagini

Ciò ha generato un cambiamento di paradigma nello studio della mente umana, dato che il focus si è progressivamente spostato dal comportamento osservato alla fonte stessa di tale comportamento. I neuroscienziati hanno iniziato a usare le nuove tecniche disponibili per valutare gli effetti di condizioni sperimentali distinte sia sul comportamento sia sull'attività cerebrale. Il confronto diretto tra le diverse condizioni indotte sperimentalmente, con la manipolazione di una o poche variabili, ha permesso di isolare i substrati cerebrali specifici di differenti comportamenti o esperienze soggettive.

Analisi dell'attivazione
Studio delle variazioni nell'attivazione cerebrale associate a particolari stimoli e comportamenti.

Analisi della connettività
Studio della "comunicazione" tra regioni cerebrali, usata per scoprire come si scambiano informazioni le diverse parti del cervello.

Di fatto, prove sempre più numerose mostrano che diversi aspetti della cognizione umana, quali memoria, emozioni, attenzione e linguaggio, dipendono dall'attività di specifiche regioni cerebrali e, alla luce di tali scoperte, molti gruppi di ricerca collaborano attualmente per creare una mappa cerebrale delle facoltà mentali. Grazie a tale approccio, ora sappiamo che gli stimoli rilevanti dal punto di vista evolutivo, come i volti, vengono elaborati in uno specifico modulo cerebrale, l'area fusiforme facciale, o che un piccolo nucleo, l'amigdala, è responsabile della nostra capacità di riconoscere e affrontare situazioni che causano paura. Più di recente, le informazioni raccolte con le tecniche di neuroimaging hanno raggiunto un livello di complessità eccezionale: i metodi di apprendimento automatico hanno dimostrato che è possibile prevedere con precisione i comportamenti complessi sulla base dell'attività emodinamica del cervello, e l'analisi dello scambio di informazioni tra regioni cerebrali (connettività) ha svelato che la coscienza si fonda sull'interazione dinamica reciproca tra le diverse aree del cervello.

Atlante del cervello di Allen
www.brain-map.org
L'Atlante di Allen è un progetto che cerca di unire la genomica e la neuroanatomia, creando mappe dell'espressione genica per il cervello del topo e per quello umano.

Sebbene le prove raccolte sembrino suggerire che, in quanto esseri umani, siamo in larga misura soggetti a determinismo, altre ricerche sottolineano il fatto che anche variazioni minime nei fattori ambientali possono produrre cambiamenti imprevedibili nel cervello umano, condizionando in definitiva il nostro comportamento. Effettivamente, gli studi di neuroscienza vengono spesso condotti nelle condizioni rigorose, ma artificiali, dei laboratori neuroscientifici, e le ricerche di neuroimaging funzionale non fanno eccezione in tal senso. Le condizioni riprodotte in laboratorio, tuttavia, non assomigliano alle esperienze della vita quotidiana... e l'alto livello di prevedibilità dei comportamenti umani osservato nel contesto sperimentale è difficilmente esportabile in situazioni più complesse e dinamiche, come quelle del mondo reale. Un esempio efficace a tal proposito è dato dal fatto che i fattori esterni hanno un influsso sostanziale sulle probabilità di sviluppare una patologia specifica o possono anche, più semplicemente, condizionare le nostre preferenze, nonostante il 95% della struttura cerebrale sia determinato dai geni. Malgrado ciò, nei prossimi anni i progressi ottenuti nelle scienze informatiche, nella fisica, nella bioingegneria e nella medicina contribuiranno a perfezionare la capacità degli strumenti di neuroimaging di cogliere la fine organizzazione del cervello, giungendo in definitiva a una migliore comprensione dei meccanismi e delle caratteristiche intrinseche della mente umana.

La chiave per comprendere il cervello umano è il lavoro interdisciplinare.
Le neuroscienze moderne cercano di unire fra loro i settori di ricerca, di collegare lo sviluppo di nuovi strumenti di ricerca all'applicazione sperimentale e le neuroscienze umane ai modelli non umani.

Approcci metodologici al neuroimaging

I neuroscienziati possono studiare il funzionamento cerebrale con diverse tecniche, ognuna delle quali comporta vantaggi e svantaggi specifici.
Alcune tecniche, quali l'Elettroencefalografia (EEG) e la Magnetoencefalografia (MEG), sono in grado di registrare i segnali elettrici originati direttamente da gruppi di neuroni, mentre altri approcci, quali la Tomografia a Emissione di Positroni (PET) e la Risonanza Magnetica Funzionale (fMRI), forniscono soltanto misure indirette dell'attività neurale in base alle variazioni nel tasso metabolico dei neuroni attivati. A tal proposito, diverse tecniche permettono di studiare il cervello umano da prospettive distinte ma complementari.

Risoluzione temporale
Precisione di una misurazione rispetto al tempo. L'alta risoluzione temporale permette di determinare la tempistica esatta di variazioni molto rapide nell'attività cerebrale.

Risoluzione spaziale
Precisione di una misurazione rispetto allo spazio. L'alta risoluzione spaziale permette di determinare la collocazione esatta di una variazione nell'attività cerebrale. In genere si opta per un compromesso fra risoluzione temporale e spaziale.

EEG e MEG

L'EEG è probabilmente la tecnica più antica per lo studio dell'attività cerebrale. Hans Berger, fisiologo e psichiatra tedesco, ha registrato il primo EEG su un essere umano nel 1924. La prima registrazione MEG è stata effettuata più di quarant'anni dopo, nel 1968. Sia l'EEG sia la MEG registrano gli effetti delle correnti elettriche prodotte dai neuroni "attivati" ma, mentre l'EEG rileva direttamente le correnti, la MEG misura in realtà i campi magnetici da esse prodotti. Il potenziale elettrico così come il campo magnetico generati da un solo neurone sono di gran lunga troppo piccoli per essere rilevati dall'EEG e dalla MEG con l'impiego di sensori collocati sul cuoio capelluto. Pertanto l'attività misurata dai ricercatori è sempre costituita dalla somma dell'attività simultanea di migliaia o milioni di neuroni che hanno un orientamento spaziale simile.

→
Elettroencefalografia su cuoio capelluto

MEG ed EEG hanno entrambe una risoluzione temporale molto alta; ciò significa che sono in grado di "catturare" rapide variazioni nell'attività cerebrale che si verificano in pochi millisecondi. D'altro canto, la loro risoluzione spaziale è relativamente bassa, nell'ordine di alcuni centimetri; quindi tali metodi non consentono una localizzazione precisa delle sorgenti delle variazioni nell'attività cerebrale. La situazione peggiora lievemente nel caso dell'EEG perché i campi elettrici vengono in parte distorti mentre attraversano il cranio e il cuoio capelluto.

EEG e MEG: alta risoluzione temporale, bassa risoluzione spaziale

I ricercatori utilizzano EEG o MEG quando vogliono misurare le variazioni nell'attività cerebrale con un'elevata precisione temporale.

È importante notare, tuttavia, che nuovi strumenti e tecniche analitiche consentono attualmente di migliorare notevolmente la risoluzione spaziale di EEG e MEG. La procedura nota come "source modelling" (ricostruzione delle sorgenti) utilizza complessi modelli matematici e geometrici per determinare la fonte esatta del segnale elettrico o magnetico registrato sul cuoio capelluto. Grazie a questo nuovo metodo è possibile ridurre l'errore spaziale a 1-2 centimetri, rendendolo simile a quello della PET.

$3,0 Mln

prezzo di un sistema MEG di alta gamma (più 200.000$ per la manutenzione annuale).

$150.000

prezzo di un sistema EEG di alta gamma con 257 elettrodi su cuoio capelluto.

PET

La tecnica PET misura le emissioni provenienti da sostanze chimiche attive a livello metabolico e marcate radioattivamente, inoculate in precedenza nel flusso sanguigno. Per lo studio dell'attività cerebrale si impiega generalmente un analogo radioattivo del glucosio. Tale "tracciante" viene quindi catturato dai neuroni attivati, alla luce dello stretto rapporto tra attività neurale e fabbisogno

energetico descritto nella sezione “Dalla fisiologia alle Neuroscienze Cognitive”. Si possono, tuttavia, usare composti diversi dal glucosio per analizzare ulteriori parametri metabolici (quali il flusso o l’ossigenazione del sangue), il metabolismo dei neurotrasmettitori e la distribuzione dei recettori, o per valutare la presenza di amiloide nella demenza. Le scansioni PET sono caratterizzate da una risoluzione temporale molto bassa (da decine di secondi fino a diversi minuti) e una risoluzione spaziale intermedia (centimetri). Al momento, la necessità di traccianti radioattivi limita le applicazioni della PET.

PET
risoluzione temporale molto bassa, risoluzione spaziale intermedia, massima specificità chimica.

I ricercatori utilizzano le scansioni PET soprattutto per la ricerca e per usi clinici (concernenti malattie del cervello, quali tumori, ictus, demenza) associati alle relative modifiche nel metabolismo cerebrale.

$1-2 Mln
fascia di prezzo per la maggior parte degli scanner PET/CT.

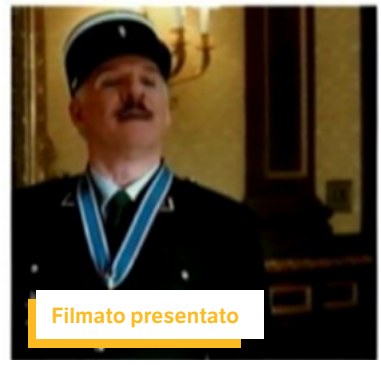
MRI e MRI funzionale

Le tecniche di MRI impiegano campi magnetici e onde radio per produrre immagini del cervello bio tridimensionali che non richiedono radiazioni ionizzanti né traccianti radioattivi. La cosiddetta MRI funzionale (fMRI) consente di misurare l'attività cerebrale rilevando le variazioni nel flusso ematico regionale. Tale tecnica si basa sul fatto che l'attivazione neuronale e il flusso ematico cerebrale vanno di pari passo, come illustrato nella sezione "Dalla fisiologia alle Neuroscienze Cognitive".

fMRI: bassa risoluzione temporale, alta risoluzione spaziale

La tecnica fMRI consente di ottenere, nell'arco di pochi secondi (di solito da 1 a 3), immagini complete del cervello contenenti informazioni sull'andamento del flusso ematico nelle diverse aree. Rispetto a EEG e MEG, quindi, la fMRI ha una risoluzione temporale relativamente bassa (di secondi). È importante notare che le variazioni nel flusso ematico indotte dai cambiamenti nell'attività neuronale (accoppiamento neurovascolare) sono anche relativamente lente. Da ciò consegue che la fMRI può fornire soltanto una rappresentazione indiretta e temporalmente indistinta delle variazioni nell'attività cerebrale. D'altro canto, la fMRI offre una risoluzione spaziale di 2-4 millimetri, che consente di identificare con precisione le specifiche aree corticali del cervello implicate in un particolare compito. Il livello di accuratezza e precisione è talmente buono che, se un'immagine viene presentata per un tempo sufficiente (e più volte, allo scopo di raggiungere un rapporto segnale-rumore ottimale), i ricercatori possono ottenere un quadro approssimativo di ciò che sta vedendo una persona osservando soltanto l'andamento dell'attività nella sua area visiva corticale.

Mary Lou Jepsen
TED talk:
"Could future devices read images from our brains?"



Filmato presentato

Immagine ricostruita in base all'attività cerebrale

Poiché presenta una combinazione di risoluzione temporale e spaziale relativamente buona, la fMRI viene impiegata sempre più spesso per lo studio dei correlati neurali della coscienza e del comportamento umano.

$1-5 Mln

fascia di prezzo per la maggior parte degli scanner MRI impiegati nella ricerca.

Quelle appena descritte sono soltanto alcune delle tecniche che i neuroscienziati hanno a disposizione per condurre le proprie ricerche sulla struttura e sulla funzione del cervello. Nella maggior parte dei casi, i neuroscienziati formulano un'ipotesi basata su teorie o prove precedenti e successivamente progettano un esperimento per dimostrare o confutare la propria congettura. In questa fase viene scelto anche l'approccio metodologico ottimale per rispondere alla domanda specifica che viene posta. Per esempio, se la domanda è relativa all'identificazione dell'area specifica o del gruppo di aree coinvolte in una particolare funzione cerebrale, allora si preferirà un metodo ad alta risoluzione spaziale (come la fMRI). Viceversa, se la questione implica la definizione della specifica sequenza temporale delle aree cerebrali chiamate in causa, sarà necessaria un'alta risoluzione temporale (quindi EEG o MEG).

Uno studio neuroscientifico necessita sempre della definizione di un paradigma sperimentale, in cui le variabili di interesse e la tipologia e la tempistica delle stimolazioni

vengano accuratamente definite per evocare in maniera adeguata l'attività neurale, misurata parallelamente per mezzo di una (o, a volte, di più) tecniche di acquisizione. Da notare che bisogna identificare anche i fattori potenzialmente disturbanti, come il rumore di fondo e gli artefatti del segnale provenienti da fonti fisiologiche (quali battito cardiaco, respirazione, movimenti della testa) o non fisiologiche (quali correnti elettriche artificiali), e devono essere adottate strategie specifiche per ridurne al minimo il potenziale impatto negativo sui risultati.

Utilizzando gli approcci statistici o dell'apprendimento automatico, i neuroscienziati analizzano l'andamento dell'attività cerebrale generata nel corso dell'esperimento per testare le proprie ipotesi scientifiche e scoprire le basi neurali del processo cognitivo d'interesse.

>23.000
articoli scientifici basati sulla fMRI pubblicati nel 2017

>4.000
articoli scientifici basati sulla EEG pubblicati nel 2017

>500
articoli scientifici basati sulla MEG pubblicati nel 2017

Il futuro del neuroimaging

I progressi tecnologici permetteranno di migliorare in maniera significativa l'efficienza sia delle apparecchiature di neuroimaging sia degli algoritmi matematici usati per estrarre le informazioni dai dati. Al momento, per esempio, la maggior parte dei laboratori di MRI usano grandi magneti che generano un campo magnetico di 3 Tesla (corrispondente a circa 320.000 volte la forza del campo magnetico terrestre). Oggi esistono nuove tecnologie che permettono di creare magneti che riescono a raggiungere i 17 Tesla (sebbene sugli esseri umani siano attualmente impiegati solo campi fino a 7 Tesla) e hanno il potenziale di generare immagini del cervello con una risoluzione spaziale incredibilmente alta (submillimetrica). Sono state sviluppate, inoltre, nuove tecniche per migliorare la risoluzione temporale della fMRI, che adesso può raggiungere l'ordine di poche centinaia di millisecondi (ovvero, si può ottenere un'immagine completa del cervello ogni 200-600 ms). Altre tecniche, quali EEG e MEG, stanno subendo analoghi miglioramenti. Per esempio, si stanno mettendo a punto cuffie per EEG che arrivano fino a 500 elettrodi (il massimo attualmente è di 256). Tali progressi pemetteranno di studiare il cervello e le sue funzioni con un grado di dettaglio prima impensabile.

Moritz Helmstaedter
TED talk:
"Brain Mapping"

Nell'ultimo decennio, inoltre, sono divenute disponibili nuove tecniche per "stimolare" direttamente parti specifiche del cervello e di conseguenza esplorarne le diverse funzioni. Per esempio, la stimolazione magnetica transcranica (MTS) utilizza grandi bobine ("coil") magnetiche posizionate poco sopra il cuoio capelluto del paziente per produrre, attraverso brevi impulsi magnetici, una corrente elettrica nei neuroni del cervello situati nelle vicinanze. Analogamente, la stimolazione transcranica a corrente diretta (tDCS) si basa sull'applicazione di una corrente elettrica a bassa intensità che può raggiungere le aree cerebrali direttamente sotto gli elettrodi posizionati sul cuoio capelluto. Tali tecniche possono tuttavia raggiungere soltanto zone del cervello poste a breve distanza dalla superficie del cuoio capelluto. I ricercatori stanno lavorando allo sviluppo di nuove tecniche che possano permettere di esplorare direttamente sia le aree cerebrali superficiali sia quelle profonde con un'elevata precisione temporale e spaziale. Tali approcci consentiranno un livello di accuratezza senza precedenti nella caratterizzazione della funzione delle diverse parti del cervello umano.

Neuro-amore e Neuro-odio

Fin dal suo esordio nei primi anni '90, la fMRI ha goduto di una popolarità in continua crescita fra i neuroscienziati, e al giorno d'oggi vengono pubblicati circa 30.000 articoli scientifici ogni anno concernenti questa tecnica. D'altro canto, le reazioni del pubblico alle scoperte basate su metodiche di neuroimaging hanno mostrato da un lato un grande entusiasmo e dall'altro un'altrettanto grande preoccupazione. Tali reazioni "estreme" sono state spesso incoraggiate dai media. Sono nati termini come Neuromania (o Neuro-amore) e Neuroscetticismo (o Neuro-odio): il primo fa riferimento a un entusiasmo esagerato nei confronti delle metodologie neuroscientifiche, viste come un mezzo per superare la dicotomia mente-cervello; il secondo è legato alla paura che la fascinazione per le neuroscienze possa potenzialmente condurre a un impoverimento culturale.

Neuromania
Il ricorso al cervello, secondo quanto rivelato dalle scienze più recenti, per spiegare tutti gli aspetti del comportamento umano.

Neuroscetticismo
La diffidenza nei confronti delle inferenze che si estendono oltre il cervello, alla società, alla politica, all'economia, ecc.

I neuromaniaci credono fermamente nel fatto che le neuroscienze possano offrire una spiegazione biologica a tutti gli aspetti delle funzioni mentali del comportamento e che gran parte dei quesiti filosofici, etici e sociali andrebbero quindi affrontati impiegando tecniche di neuroimaging. Effettivamente le neuroscienze offrono risposte innovative ad annose domande fondamentali, quali...

Qual è l'origine della coscienza? Come prendiamo le decisioni? Come si generano le emozioni? Come si conservano e si richiamano i ricordi? Perché dormiamo e sogniamo?

Tutti questi interrogativi hanno implicazioni fondamentali per la moderna società e le neuroscienze possono offrire la chiave per rispondere a molti, se non a tutti, i quesiti in sospeso.

È vero che utilizziamo soltanto il 10% del cervello?
Si tratta probabilmente del falso mito più noto sul cervello. La maggior parte delle aree cerebrali sono attive anche quando apparentemente non facciamo niente!
È probabilmente più vicino alla verità pensare che ancora adesso sappiamo meno del 10% sul funzionamento del cervello.

L'attuale entusiasmo (o clamore pubblicitario?) per le opportunità offerte dalla ricerca neuroscientifica ha condotto alla proliferazione di campi di ricera interdisciplinari, come il neuromarketing, la neuroestetica, la neuropolitica, la neuroeducazione, la neuroetica, la neurolinguistica e così via.

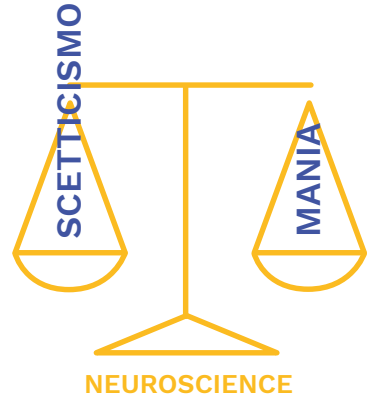
I neuroscettici ritengono che la neuromania possa condurci a pensare al comportamento e alla società solo in termini di cervello, neuroni e sinapsi.

Neuroskeptic
discover.magazine.com
blog

I risultati delle ricerche neuroscientifiche vengono purtroppo presentati spesso dai mass media con titoli esagerati, o addirittura falsi, e affermazioni troppo semplicistiche.
Si osserva spesso nei media un rapporto negativo tra la rilevanza scientifica di uno studio e il suo reale impatto: di recente, ad esempio, uno studio che correlava lo spessore della corteccia cerebrale con il numero di amicizie su Facebook ha catturato l'attenzione dei giornalisti ed è stato ampiamente riportato dai siti di notizie e dai social network. Alcuni titoli lasciavano (erroneamente) intendere che, misurando le dimensioni dell'amigdala, si potessero ricavare informazioni sulle abilità sociali di una persona. Analogamente, i media hanno recentemente pubblicato articoli i cui titoli suggerivano che i neuroscienziati avessero spiegato l'amore... solo perché hanno identificato una regione del cervello che si attiva quando si vede una perona amata. Questo tipo di dichiarazioni è evidentemente esagerato (ovvero non realmente supportate dai dati sperimentali) e possono portare a "usi" scorretti (e a volte perfino fraudolenti) dei risultati scientifici. Di fatto, dichiarazioni eccessivamente forti o inconsistenti derivanti dai media e da alcuni scienziati portano inevitabilmente alla rapida crescita dello scetticismo nei confronti delle neuroscienze in una parte della popolazione generale.
I neuroscettici tendono a sottolineare i limiti delle attuali tecniche di neuroimaging e delle procedure legate alla pubblicazione scientifica. A tal riguardo, per esempio, qualche anno fa calamitò l'attenzione un esperimento provocatorio che mostrava come un uso scorretto dell' approccio neuroscientifico può condurre all'osservazione di un'attività cerebrale apparente persino in un salmone morto. Errori metodologici e statistici, e a volte frode e condotta scientifica scorretta, possono ovviamente pregiudicare l'affidabilità degli studi neuroscientifici. Questo tipo di problemi riguarda però tutti i campi di ricerca e una pessima neuroscienza è analoga a una qualunque pessima scienza. Va sottolineato che, come altre branche della scienza, le neuroscienze possono autocorreggersi replicando gli esperimenti e introducendo nuovi progressi tecnologici e metodologici. I neuroscienziati sono in grado di identificare i limiti e i potenziali problemi di uno studio, e ciò consente loro di valutare le affermazioni che si susseguono di volta in volta e di progettare e migliorare la ricerca futura. Anche gli episodi di frode o condotta

scorretta possono essere identificati e contrastati in maniera efficiente, nel momento in cui gli scienziati ovunque nel mondo provano a replicare una ricerca pubblicata... e falliscono. Tale prospettiva è raramente compresa dalla popolazione generale, che viene a conoscenza delle scoperte neuroscientifiche soltanto, o soprattutto, attraverso le notizie riportate dai media e su internet.

Le neuroscienze sono ormai uno dei campi di ricerca più popolari. La popolarità porta tuttavia con sé un'elevata responsabilità scientifica.



Al di là degli estremi di neuromania e neuroscetticismo, è sempre più evidente che le neuroscienze possono aiutarci per lo meno a svelare alcuni dei misteri che circondano il nostro cervello e quindi noi stessi. Infatti, il livello di conoscenza raggiunto negli ultimi decenni è stupefacente: cercheremo di presentarne almeno una piccola parte nei prossimi capitoli. Allo stesso tempo, c'è ancora molto da fare... ed è per questo che molti paesi stanno ponendo crescente impegno e consistenti investimenti nella ricerca sul cervello. Il ventunesimo secolo è certamente un secolo di grandi esplorazioni: quella verso lo spazio esterno, per capire l'universo, e quella verso il cervello, per capire il nostro io interiore.

www.braininitiative.nih.gov

Brain Initiatives
NIH BRAIN Initiative

The White House BRAIN (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies) Initiative rappresenta un progetto di ricerca pubblico-privato di tipo collaborativo, con l'obiettivo di sostenere lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie innovative che possano favorire una comprensione dinamica delle funzioni cerebrali.
Ispirandosi allo Human Genome Project, la BRAIN initiative mira a sostenere i ricercatori nella scoperta delle basi fisiologiche e patologiche del funzionamento cerebrale, offrendo potenzialmente strategie innovative per la cura delle malattie del cervello, quali Alzheimer, Parkinson, depressione e trauma cranico.

Anno di istituzione 2013

Luogo Stati Uniti

Funding >€4,5 Mld

www.humanbrainproject.eu

Brain Initiatives
Human Brain Project

Lo Human Brain Project (HBP) è un grande progetto di ricerca scientifica decennale finalizzato ad accelerare i settori delle neuroscienze, dell'elaborazione informatica e della medicina, che si occupa del cervello. Il progetto è volto nello specifico a integrare i programmi di neuroscienze fondamentali, simulazione avanzata e modellazione multiscala mediante la costruzione di un'Infrastruttura di Ricerca che rappresenti la base per successive indagini neuroscientifiche. L'HBP è coordinato dall'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) ed è finanziato principalmente dall'Unione Europea.

Anno di istituzione

2013

Luogo

Paesi Europei, Svizzera

Funding

>€4,5 Mld

bluebrain.epfl.ch/

Brain Initiatives
Blue Brain Project

Blue Brain è un progetto di ricerca nazionale svizzero che ha l'obiettivo di creare una ricostruzione digitale del cervello mediante la reverse engineering dei circuiti cerebrali dei mammiferi. Ricostruzioni digitali biologicamente dettagliate e simulazioni del cervello potrebbero essere utilizzate per identificare i principi fondamentali della struttura e delle funzioni cerebrali in individui sani e in condizioni patologiche.
L'iniziativa Blue Brain comprende molti sottoprogetti gestiti da università e laboratori indipendenti sia in Svizzera sia in altri paesi europei.

Anno di istituzione

2005

Luogo

Svizzera,
Paesi Europei

Funding

>€70 Mln

brainminds.jp/en/

Brain Initiatives
Brain/MINDS

Il Brain/MINDS (Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies) è un progetto giapponese sul cervello sponsorizzato dal Ministero dell'istruzione, cultura, sport, scienze e tecnologia.

Il progetto Brain/MINDS si concentra su tre aree:
- lo studio del cervello in un primate non umano (bertuccia),
- lo sviluppo di tecnologie per la mappatura del cervello,
- la mappatura del cervello umano.

Anno di istituzione 2014

Luogo Giappone

Funding >€300 Mln

english.cas.cn/

Brain Initiatives
China Brain Project

Il China Brain Project è un progetto della durata di 15 anni, approvato nel 2016 dal Congresso nazionale del popolo cinese.
Come altre iniziative sul cervello, il China Brain Project si pone l'obiettivo di studiare le basi neurali delle funzioni cognitive e di migliorare la diagnosi e la prevenzione delle malattie del cervello.
Le informazioni raccolte sul funzionamento cerebrale saranno impiegate anche come riferimento per progetti di informatica e di intelligenza artificiale.

Anno di istituzione 2016

Luogo Cina

Funding n.a.

INTERVISTA

Russell Poldrack
Professor of Psychology at Stanford University, CA, USA
poldracklab.stanford.edu

What are your fields of interest and your most recent and relevant contributions to the understanding of the neural underpinnings of mental functioning?

My lab currently has two major lines of basic research. The first is to understand the organization of self-control in terms of both behavior and neural functioning. Self-control is studied across many different parts of psychology and neuroscience, using a broad range of methods including self-report surveys and cognitive tasks. Our research is examining how these different aspects of this construct relate to one another at the level of behavior and brain function, and how they relate to real-world outcomes that are often thought to relate to self-control. The second set of interests are centered around the nature of functional connectivity as measured using fMRI, and particularly around the dynamics of functional connectivity. Our previous work has shown that dynamic changes in network integration are related to cognitive function, and our ongoing work is characterizing this in more detail, with a particular focus on how different types of cognitive challenges may drive different types of network-level changes. My lab is also deeply involved in the development of methodology for the analysis and sharing of neuroimaging data. We lead the Neurovault and OpenNeuro data sharing projects, which both support the open sharing of data. We have also led the development of the Brain Imaging Data Structure (BIDS), which is a community format for the organization and sharing of data. We are currently developing a suite of tools for analysis of BIDS datasets including the MRIQC quality control tool and the fMRIPrep preprocessing workflow.

INTERVISTA

In your opinion, what are the big questions to be answered next in the field of cognitive neuroscience?

- How can we use neuroscience data to inform and potentially reform our theories of the structure of the mind?
- Previous neuroimaging research has largely focused on the acquisition of relatively small amounts of data from each individual, and recent moves towards “big data” have focused almost exclusively on the acquisition of larger numbers of subjects rather than more data per individual. However, we and others have recently shown that much more data is necessary in order to characterize individual brain function in a reliable way. How can we build a reliable cognitive neuroscience given these constraints?
- Network neuroscience is increasingly focused on characterization of brain function using graph - theoretic methods. However, we know that the brain is not a set of interchangeable nodes - each node does a specific computation, and routes through the brain’s network are not fungible. How can we reconcile the network neuroscience perspective with a computational perspective?

What are the current limitations or pitfalls in cognitive neuroscience research?

- Insufficient attention to reliability of our fMRI measures and psychometric features of our behavioral tasks
- Use of limited sets of measures per individual, leading to a focus on relating activity to specific tasks rather than to more general processes that span across tasks - Lack of detailed cognitive/behavioral modeling in most studies

INTERVISTA

Which challenges and developments can we expect to see in cognitive neuroscience research?

- Much deeper phenotyping of individuals, both in time (many sessions) and in cognitive space (many tasks)
- Integration of data across many different tasks via data sharing
- Stronger integration of computational models into neuroimaging, beyond subfields where this has already been prevalent (such as vision research and neuroeconomics)

INTERVISTA

John Dylan-Haynes
Professor at the Bernstein Center for Computational Neuroscience Berlin, Germany

What are your fields of interest and your most recent and relevant contributions to the understanding of the neural underpinnings of mental functioning?

I work on cognitive and computational neuroimaging. That means I use behavioral experiments in brain scanners together with special mathematical analyses to understand how the mind is linked to brain processes. Our specific foci are on perception, working memory and intentions.

In your opinion, what are the big questions to be answered next in the field of cognitive neuroscience?

Mapping the exact relationship between thoughts and brain activity patterns. This is equivalent to research on reading out mental states from brain activity because if you understand how the thoughts are stored in the brain you should also be able to read them out.

What are the current limitations or pitfalls in cognitive neuroscience research?

The biggest problem is the limited resolution of non-invasive neuroimaging techniques. If we want to properly understand the human brain then we need to be able to record what all the neurons are doing. And currently that is not possible in healthy humans.

GLOSSARIO
DAL CERVELLO ALLA MENTE 1

AC
La coscienza artificiale potrebbe essere creata emulando i correlati neurali della coscienza.

Analisi dell'attivazione
Studio delle variazioni nell'attivazione cerebrale associate a particolari stimoli e comportamenti.

Analisi della connettività
Studio della "comunicazione" tra regioni cerebrali, usata per scoprire come si scambiano informazioni le diverse parti del cervello.

Approccio sperimentale
Procedura messa in atto per sostenere, confutare o confermare un'ipotesi utilizzando il metodo scientifico.

Atlante del cervello di Allen
www.brain-map.org
l'Atlante di Allen è un progetto che cerca di unire la genomica e la neuroanatomia, creando mappe dell'espressione genica per il cervello del topo e per quello umano.

NCC
I correlati neurali della coscienza (Neural Correlates of Consciousness: NCC) costituiscono i meccanismi neuronali minimi sufficienti, congiuntamente, per ogni specifico percetto cosciente.

Neuromania
Il ricorso al cervello, secondo quanto rivelato dalle scienze più recenti, per spiegare tutti gli aspetti del comportamento umano.

Neuroscetticismo
La diffidenza nei confronti delle inferenze che si estendono oltre il cervello, alla società, alla politica, all'economia, ecc.

Neuroscienza cognitiva
Disciplina che indaga sui correlati neurali dei processi psicologici usando gli strumenti di imaging neurale.

Psicologia sperimentale
Studio del comportamento e della mente tramite l'applicazione del metodo sperimentale.

Questione mente-corpo
Che rapporto c'è tra il corpo e la mente?

GLOSSARIO
DAL CERVELLO ALLA MENTE 1

Ragionamento deduttivo
Processo di ragionamento che parte da una o più premesse per giungere a una certa conclusione in maniera logica.

Risoluzione spaziale
Precisione di una misurazione rispetto allo spazio. L'alta risoluzione spaziale permette di determinare la collocazione esatta di una variazione nell'attività cerebrale. In genere si opta per un compromesso fra risoluzione temporale e spaziale.

Risoluzione temporale
Precisione di una misurazione rispetto al tempo. L'alta risoluzione temporale permette di determinare la tempistica esatta di variazioni molto rapide nell'attività cerebrale.

PET
Risoluzione temporale molto bassa, risoluzione spaziale intermedia, massima specificità chimica.

Turing Test
Può una macchina essere in grado di mostrare un comportamento intelligente equivalente a quello di un essere umano o indistinguibile da esso?

Bibliografia

Dehaene, S., 2009. *Reading in the Brain: The Science and Evolution of a Human Invention*. New York, Viking.

LeDoux, J.E., 2003. *Synaptic self: How our brains become who we are*. Penguin.

Kandel, E.R., Schwartz, J.H. and Jessell, T.M. eds., 2000. *Principles of neural science (Vol. 4, pp. 1227-1246)*. New York: McGraw-hill.

Laureys, S., Gosseries, O. and Tononi, G. eds., 2015. *The neurology of consciousness: cognitive neuroscience and neuropathology*. Academic Press.

Poldrack, R.A., Mumford, J.A. and Nichols, T.E., 2011. *Handbook of functional MRI data analysis*. Cambridge University Press.

Cabeza, R. and Kingstone, A. eds., 2006. *Handbook of functional neuroimaging of cognition*. Mit Press.

Sitografia

www.ted.com/talks/david_chalmers_how_do_you_explain_consciousness

www.ted.com/talks/henry_markram_supercomputing_the_brain_s_secrets

youtu.be/ob5U8zPbAX4

youtu.be/C_H-ONQFjpQ

youtu.be/_7_XH1CBzGw

youtu.be/Tbq-KZaXiL4

youtu.be/mGxomKWfJXs

www.ted.com/talks/nancy_kanwisher_the_brain_is_a_swiss_army_knife

www.ted.com/talks/mary_lou_jepsen_could_future_devices_read_images_from_our_brains

youtu.be/uNyDSx14yIQ

blogs.discovermagazine.com/neuroskeptic/#.WpVX46jwY2w

02

Le basi neurali dei processi cognitivi e del com-portamento umano

86 Il cervello a riposo

92 Attenzione e consapevolezza

100 Percezione e rappresentazione del mondo esterno

114 Memoria e apprendimento: come funzionano

124 Azioni e controllo motorio

132 Linguaggio e comunicazione

140 Processo decisionale e altre funzioni esecutive

150 Il cervello emotivo e sociale

02 – SINTESI

80 Quali aree del cervello sono più attive quando una persona non è focalizzata sul mondo esterno (riposo vigile).

Il cervello a riposo

Focus

92 Comprendere il ruolo dell'attenzione nella coscienza è fondamentale per capire come il cervello modella ciascuna delle nostre esperienze coscienti.

Attenzione e consapevolezza

100 Oggi si sa che i sensi umani non lavorano in maniera isolata, ma interagiscono fra loro in misura significativa.

Percezione e rappresentazione del mondo esterno

114 La memoria è definita come la capacità di archiviare le informazioni nel cervello, mentre l'apprendimento è il processo che permette di acquisire nuove conoscenze.

Memoria e apprendimento: come funzionano

02 – SINTESI

124

Un preciso controllo motorio è essenziale per la nostra capacità di interagire con il mondo esterno. Richiede un'interazione cooperativa tra il sistema nervoso centrale e quello muscoloscheletrico.

Azioni e controllo motorio

132

L'apprendimento di una seconda lingua determina una riorganizzazione cerebrale a livello funzionale e strutturale.

Linguaggio e comunicazione

140

Il processo decisionale fa parte di processi cognitivi complessi detti "funzioni esecutive", che compongono il sistema di gestione del cervello.

Processo decisionale e altre funzioni esecutive

150

Si presuppone comunemente che gli esseri umani possano manifestare sei emozioni primarie: gioia, sorpresa, paura, rabbia, disgusto e tristezza.

Il cervello emotivo e sociale

Il cervello a riposo

Anche mentre siamo a riposo (ovvero quando il cervello non riceve input sensoriali e non è impegnato in alcun compito specifico), i neuroni mostrano qualche segno di attività e consumano energia. Per lungo tempo molti scienziati hanno creduto che l'attività cerebrale che si svolge quando un soggetto è a riposo non fosse niente di più di un rumore casuale. Negli ultimi decenni, tuttavia, gli esperimenti di neuroimaging hanno chiaramente dimostrato che gran parte (oltre il 90%) dell'attività cerebrale si svolge proprio quando in apparenza una persona non sta facendo assolutamente nulla. Effettivamente, i primi esperimenti effettuati negli anni '90 hanno mostrato che mentre la mente è a riposo (ad esempio quando si fantastica seduti comodamente in poltrona), diverse parti del cervello sono metabolicamente attive e comunicano fra di loro. L'insieme di queste aree che interagiscono è denominato "default mode network" (DMN, connettività funzionale intrinseca), perché si suppone rappresenti l'attività di "default" tipica dei momenti in cui non siamo impegnati in compiti particolari.

Default Mode Network o DMN
Insieme di aree del cervello che mostra un elevato livello di attività e interazione durante il riposo vigile.

Task Positive Network o TPN
Insieme di aree del cervello che negli studi di neuroimaging funzionale mostra un elevato livello di attivazione e interazione durante l'esecuzione di compiti che richiedono attenzione. Tali regioni sono "anticorrelate" con il DMN.

Il default mode network (DMN) è un insieme di regioni cerebrali interagenti che sono maggiormente attive quando una persona non è focalizzata sul mondo esterno.

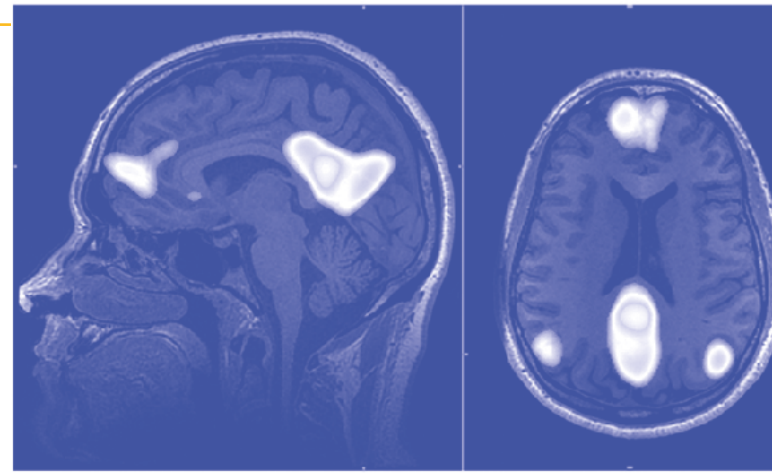
I centri principali del DMN sono costituiti da regioni anteriori (corteccia prefrontale mediale) e posteriori (corteccia cingolata posteriore e precuneo), situate sulla faccia mediale dei due emisferi cerebrali, e dalle aree posizionate posteriormente e lateralmente (a destra e a sinistra della circonvoluzione angolare). In genere queste aree sono attive quando una persona non è focalizzata sul mondo esterno, ad esempio quando vaga con la mente o quando pensa a sé stessa, agli altri, ricorda eventi passati o fa programmi per il futuro.

Quando focalizziamo l'attenzione su un compito particolare, l'attività all'interno del DMN diminuisce, mentre aumenta l'attività in altre reti cerebrali, ad esempio quelle coinvolte nel controllo dell'attenzione. Si ritiene che tale cambiamento rappresenti uno "switch" del focus cognitivo dai processi interni a quelli esterni (eventi, stimoli, interazioni ecc.).

È interessante notare che molti studi hanno dimostrato che il cervello passa spontaneamente dall'una all'altra di queste due reti funzionali ogni 20-30 secondi (a meno che non intervenga il controllo volontario o sopraggiunga uno stimolo che catturi l'attenzione), con potenziali effetti sulla nostra capacità di percepire e integrare gli stimoli esterni.

Si ritiene che il DMN sia coinvolto nella generazione di pensieri spontanei, mind wandering e creatività.

Default Mode Network
A brief Introduction



→
Aree del Default Mode Network

La ricerca neuroscientifica ha mostrato che l'attività nelle aree del DMN viene modulata da interventi quali agopuntura, farmaci, meditazione, sonno e carenza di sonno. Inoltre, alterazioni del DMN si possono trovare associate a condizioni patologiche quali la malattia di Alzheimer, l'autismo, la schizofrenia, la depressione, o il dolore cronico. Dato che la valutazione dell'attività del DMN non comporta per il soggetto richieste di tipo cognitivo (rispetto agli esperimenti psicologici basati su compiti di tipo comportamentale), è possibile eseguire facilmente le misurazioni utilizzando

il cosiddetto paradigma sperimentale del "resting-state", o "stato di riposo" (servendosi della risonanza magnetica funzionale, fMRI), perfino su individui menomati. Basandosi su tali premesse, i ricercatori hanno proposto un potenziale utilizzo del paradigma resting-state al fine di ottenere informazioni diagnostiche e prognostiche sui pazienti, per studi longitudinali sugli effetti dei trattamenti, nonché per la caratterizzazione di pazienti in condizioni patologiche eterogenee.

Paradigma dello stato di riposo
Si tratta di un modello di neuroimaging funzionale del cervello impiegato per valutare le interazioni che si verificano fra le regioni quando un soggetto non è impegnato in alcun compito esplicito.

Paradigma basato sull'esecuzione di un compito
Si tratta di un modello d'indagine in cui si esplorano specifiche funzioni cerebrali tramite l'esecuzione di compiti predefiniti che richiedono l'elaborazione attiva e passiva degli stimoli.

Da notare che quella del DMN non è l'unica forma di connettività che si può studiare con il paradigma resting-state. In realtà le aree del cervello che presentano forti connessioni anatomiche e funzionali tendono a continuare la comunicazione tra di loro anche quando siamo in uno stato di riposo, ossia quando non le "utilizziamo" espressamente per portare a termine un compito. Facendo quindi uso di specifici approcci analitici, i ricercatori possono studiare le proprietà di diverse reti cerebrali, comprese quelle legate alla vista, al movimento, all'udito, al linguaggio e all'attenzione, senza dover ricorrere e complessi paradigmi di stimolazione o alla definizione di compiti specifici. Appare evidente che, quando ce ne stiamo seduti su una sedia a non fare apparentemente niente, accade molto più di quanto si immagini...

Possibili sviluppi futuri...

- **Creazione di archivi per la raccolta di grandi quantità di dati provenienti dall'attività cerebrale in modalità a riposo per persone sia sane sia malate, per favorire la ricerca e consentire la mappatura delle differenze funzionali e anatomiche del cervello tra gli individui.**
- **Utilizzo degli indici di attività cerebrale a riposo come predittori delle caratteristiche comportamentali o psicometriche degli individui.**
- **Utilizzo degli indici di attività cerebrale a riposo per aiutare la diagnosi di condizioni patologiche.**

Il cervello a riposo: cosa ci riserva il futuro

Dato che le alterazioni dell'attività cerebrale in stato di riposo sono state osservate in molte condizioni patologiche, la loro identificazione potrebbe fornire un importante contributo a molti aspetti della pratica clinica. Le misurazioni dell'attività cerebrale con paradigmi resting-state hanno l'evidente vantaggio di non porre specifiche richieste a livello cognitivo. Quindi, contrariamente agli indici di attivazione cerebrale ottenuti durante gli esperimenti psicologici e comportamentali, che prevedono compiti particolari e paradigmi di stimolazione, le misurazioni in resting-state si possono facilmente ottenere anche nelle persone con deficit cognitivo e nei bambini. Al fine di ottenere la massima accuratezza e affidabilità delle informazioni che si possono ricavare da queste misurazioni, gli scienziati di tutto il mondo stanno unendo gli sforzi per creare grandi database che includano i dati raccolti sia in soggetti sani sia in popolazioni cliniche. Tali database permetteranno di mettere a punto una mappatura precisa delle differenze interindividuali relative agli aspetti funzionali e anatomici del cervello e agevoleranno l'identificazione di tratti specifici associati a un gran numero di condizioni. Grazie a questo impegno, in un prossimo futuro i medici saranno in grado di utilizzare i risultati degli esami di neuroimaging in resting-state per ottenere informazioni che possano aiutarli nella diagnosi, nel follow-up e nella prognosi di molte patologie psichiatriche e neurologiche, fra cui la malattia di Alzheimer, la malattia di Parkinson, l'autismo, la depressione, il disturbo bipolare e così via. Molte linee d'indagine hanno fornito ulteriori prove, mostrando che possono esistere differenze nell'attività cerebrale in resting-state fra soggetti sani e che tale variabilità può riflettere differenze di tratti della personalità e/o propensione a specifici comportamenti. Alla luce di tutto ciò, le misurazioni in resting-state, insieme ad altri indici, quali quelli ottenuti attraverso i questionari psicometrici, permetteranno anche di prevedere gli atteggiamenti e i comportamenti futuri di particolari popolazioni che condividono specifiche caratteristiche psicometriche e/o demografiche.

Attenzione e consapevolezza

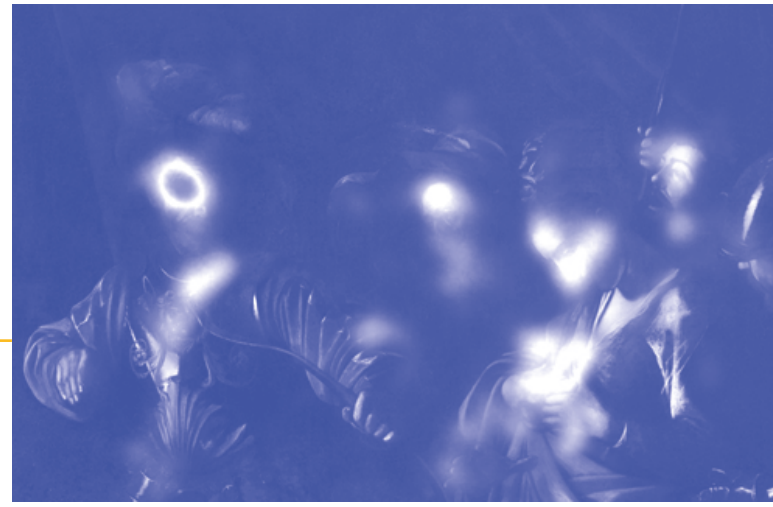
L'attenzione è il processo comportamentale e cognitivo mediante cui ci si concentra selettivamente su un preciso aspetto delle informazioni, ignorando tutte le altre fonti di informazione. Diversi stimoli possono catturare involontariamente la nostra attenzione (in maniera esogena) oppure possiamo decidere di rivolgerla ad essi volontariamente (in maniera endogena). Dal momento che è umanamente impossibile elaborare contemporaneamente tutti gli stimoli in egual misura, spostiamo l'attenzione su un compito e riduciamo le risorse attentive per l'elaborazione di distrazioni irrilevanti. L'"attenzione selettiva" è quella che ci permette di concentrarci sui nostri interlocutori a una festa in mezzo a tante voci, alla musica alta e al tintinnio dei bicchieri. È interessante notare che gli stimoli inaspettati non vengono completamente bloccati, ma soltanto attenuati. Se una parola veramente importante per noi, per esempio il nostro nome, è menzionata in un gruppo che sta conversando accanto a noi, probabilmente la nostra attenzione verrà catturata; nella letteratura psicologica il fenomeno è chiamato "effetto cocktail party". Non esistono, tuttavia, molte parole altrettanto importanti quanto il proprio nome; quindi, nella maggior parte dei casi, l'attenzione selettiva limita la quantità di informazioni che il nostro cervello può elaborare in un dato momento. Esemplificando, se decidiamo di effettuare una telefonata mentre siamo alla guida in mezzo al traffico, la chiamata ci potrebbe distrarre impedendoci di notare un semaforo rosso e facendoci attraversare l'incrocio con il rischio di causare un incidente. Questo è un esempio tratto dalla vita reale di ciò che gli psicologi chiamano "cecità attenzionale" (dall'inglese "attentional blindness"): non percepiamo uno stimolo inaspettato in piena vista perché il focus attenzionale è diretto verso altri aspetti. Siamo talmente concentrati sul

Whodunnit?
Test your awareness

nostro obiettivo (chiamare un amico) da dimenticare di osservare attentamente il traffico. Analogamente, i ricercatori hanno dimostrato che concentrarsi su uno stimolo specifico può indurre a non rilevarne un secondo che si presenta in un breve lasso di tempo dopo il primo. Questo particolare fenomeno è chiamato "attentional blink".

Alcuni stimoli hanno il potere di catturare immediatamente l'attenzione: ad esempio sentir pronunciare il proprio nome o vedere un viso.
Tali stimoli hanno chiaramente un significato sociale rilevante e il cervello dà loro la priorità.

EyeTracking on Mona Lisa
Where did the people look at Da Vinci's famous painting



→
Mappa di densità della fissazione oculare

Il rapporto tra attenzione e coscienza è allo stesso tempo molto profondo, ma anche altamente controverso. Quando prestiamo attenzione a un oggetto, prendiamo coscienza delle sue varie caratteristiche; quando distogliamo l'attenzione, l'oggetto svanisce dalla nostra coscienza (ma non è ancora chiaro se possiamo prendere coscienza di un oggetto senza prestarvi attenzione).

Comprendere il ruolo dell'attenzione nella coscienza è fondamentale per capire come il cervello modella ciascuna delle nostre esperienze coscienti.

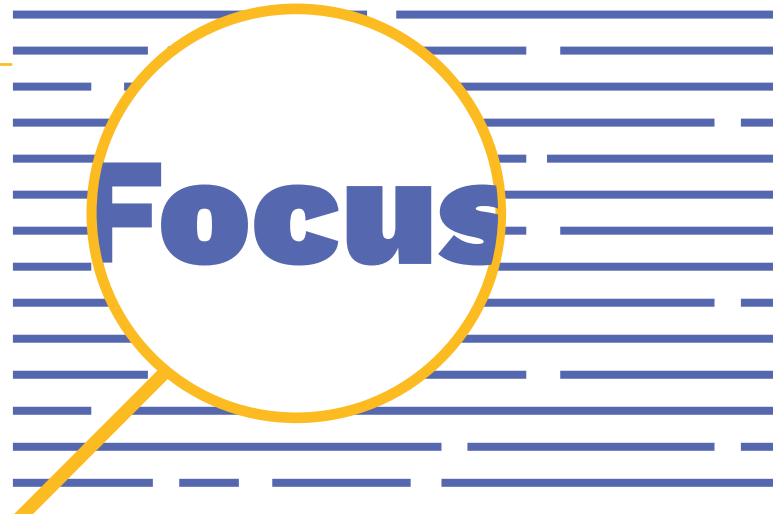
Poiché l'attenzione si attiva contemporaneamente attraverso modalità sensoriali multiple (ossia visive, uditive e tattili), possiamo definire l'attenzione sia come senso-specifica sia come condivisa fra tanti percorsi di elaborazione sensoriale diversi (ossia attenzione "cross-modale").
Gli studi di neuroimaging hanno indicato che due reti cerebrali che collegano l'area parietale (posteriore) e quella frontale (anteriore) potrebbero essere responsabili dei processi attentivi generali: una rete più dorsale è coinvolta nell'orientamento volontario dell'attenzione (top-down, ossia controllata "dall'alto"), mentre una più ventrale è chiamata in causa durante gli shift attentivi determinati dagli stimoli (bottom-up, ossia determinata "dal basso").

Orientamento esogeno dell'attenzione
Spostamento automatico dell'attenzione causato da uno stimolo esterno.

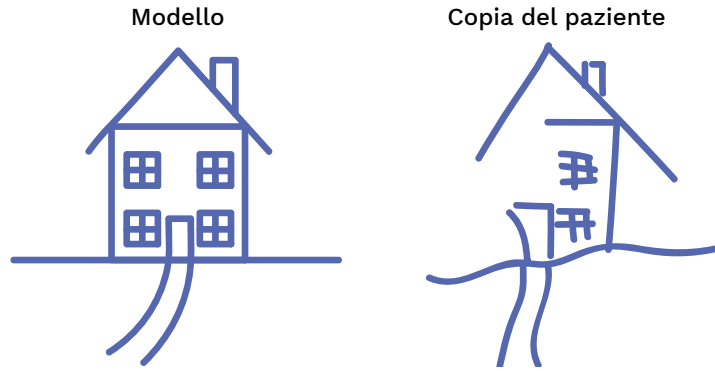
Orientamento endogeno dell'attenzione
Allocazione intenzionale delle risorse attentive a un luogo o a uno spazio predeterminato.

L'attenzione è essenziale per interagire con il mondo circostante e comprenderlo.

Khan Academy
Divided attention, selective attention, inattentional blindness and change blindness



Le lesioni cerebrali che interessano specifiche aree del cervello responsabili dei processi attentivi possono modificare sensibilmente il nostro modo di percepire il mondo. Ad esempio, i pazienti che sviluppano la cosiddetta negligenza spaziale unilaterale (di solito in seguito a lesioni che colpiscono la corteccia parietale destra) presentano un tipico deficit dell'attenzione e della consapevolezza che li induce a ignorare la parte sinistra del proprio corpo e perfino l'intero lato sinistro del campo visivo.



Nell'era degli smartphone, molti di noi si trovano spinti verso quello che è comunemente definito come "multitasking" (ossia, esecuzione di più attività in un breve periodo di tempo). Si è scoperto che suddividere l'attenzione fra diverse operazioni compromette la prestazione a livello cognitivo e mnemonico e aumenta il livello di stress. Eppure le persone pensano di riuscire ancora a concentrarsi selettivamente sui fatti più rilevanti. In effetti, qualcuno potrebbe anche riuscire a farlo... ma tutti i potenziali benefici del multitasking hanno un costo.

Per fare un esempio, un recente studio che ha chiesto a un gruppo di volontari di provare un simulatore di guida in laboratorio ha mostrato che parlare al telefono mentre si guida può mettere sé stessi e gli altri in situazioni pericolose, rallentando sensibilmente i tempi di reazione. In un altro studio recente, si è visto che gli studenti che in genere dedicano meno tempo a fare contemporaneamente una serie di cose, come leggere email, navigare su internet, parlare al telefono e guardare la TV, hanno prestazioni migliori in test di memoria e "task-switching". E questo non vale soltanto per gli studenti, ma anche per gli impiegati: quando le persone sono costrette

a controllare la loro email solo tre volte al giorno, diminuisce il loro livello di stress e aumenta la produttività.

Quando opera in multitasking, il cervello non può concentrarsi pienamente sul singolo compito; per questo le persone impiegano più tempo per portare a termine ciascuna attività e sono predisposte all'errore.

Khan Academy
The spotlight model of attention and our ability to multitask

«In un giorno c'è tempo sufficiente per tutto, se si fanno le cose una alla volta; ma non basta un anno, se si fanno due cose contemporaneamente.»

Philip Stanhope, *IV conte di Chesterfield*

Possibili sviluppi futuri...

- **Adattamento di dispositivi di uso comune (ad esempio smartphone) per minimizzare i rischi di distrazione e ottimizzare il multitasking.**
- **Creazione di nuovi strumenti/dispositivi che possono aiutare il nostro cervello a mantenere l'attenzione su specifici aspetti di interesse.**
- **Identificazione di possibili strategie per aumentare le capacità attentive nei pazienti con alterazioni patologiche dell'attenzione (ad esempio ADHD, demenza, eminegligenza, etc).**

Attenzione e consapevolezza: cosa ci riserva il futuro

L'attenzione e la consapevolezza sono fondamentali per la maggior parte delle attività quotidiane, ma per alcune attività particolari, come, per esempio, se si guida un'automobile o se un chirurgo esegue un delicato intervento, un momentaneo calo d'attenzione può comportare terribili conseguenze. I rischi ben noti associati ai cali nella vigilanza e nell'attenzione hanno spinto ricercatori e industrie a impegnarsi maggiormente nello sviluppo di tecniche innovative per monitorare in tempo reale lo stato di vigilanza e le risorse cognitive negli esseri umani. In un prossimo futuro, tali metodi permetteranno di monitorare lo stato di un individuo (per esempio un conducente o un chirurgo) e avvisarlo quando viene rilevato un aumentato rischio di un calo di attenzione. Sono già disponibili applicazioni preliminari di queste tecniche: sulle auto moderne sono attualmente in fase di test dispositivi che misurano i livelli di vigilanza e attenzione allo scopo di ridurre il rischio di incidenti. Da una diversa prospettiva, la conoscenza ottenuta dallo studio dei meccanismi attentivi permetterà anche di sviluppare strumenti volti ad aumentare la capacità di concentrarci su specifici aspetti di nostro interesse. Un esempio relativamente semplice di tali strumenti è rappresentato dalle comuni cuffie per eliminare i rumori, che escludono i suoni che possono distrarre da altre attività, permettendo a chi le indossa di concentrarsi meglio su ciò che ascolta nelle cuffie o ciò che percepisce attraverso gli altri sensi.
Di fatto, quando il cervello è bombardato da molte fonti di informazione, tende spontaneamente a spostare l'attenzione dall'una all'altra, con un conseguente calo di prestazione cognitiva. Le tecnologie intelligenti di smartphone, computer e altri dispositivi potrebbero essere impiegate per riconoscere automaticamente diversi contesti e condizioni e modificare il numero dei potenziali distrattori (per esempio, allarmi, notifiche, chiamate) così da ridurre al minimo gli spostamenti di attenzione indesiderati e ottimizzare il multitasking. Tuttavia, la ricerca ha mostrato che sarebbe possibile anche allenare la capacità di concentrare l'attenzione, e sono già stati suggeriti alcuni approcci "gamificati" per contribuire a tale tipo di allenamento.
Alcuni dispositivi, ad esempio, sono in grado di misurare l'attività cerebrale (di solito con l'elettroencefalogramma) e fornire alla persona informazioni sul suo livello di concentrazione: chi raggiunge uno specifico tipo di attività elettrica cerebrale riesce in genere a raggiungere un determinato obiettivo del gioco, e tale meccanismo produce una ricompensa per il cervello, rinforzando e consolidando in tal modo gli atteggiamenti e i comportamenti appena acquisiti. In futuro, una conoscenza più approfondita dei meccanismi attentivi e la creazione di strumenti più accurati per leggere nel cervello consentiranno di migliorare le attuali strategie di allenamento dell'attenzione. Tali sviluppi tecnici e teorici non sono importanti solamente per le persone sane, ma anche per i pazienti con alterazioni patologiche dell'attenzione, come chi soffre di disturbo da deficit dell'attenzione e iperattività (ADHD), demenza, negligenza spaziale unilaterale, ecc.

Percezione e rappresentazione del mondo esterno

La natura ha dotato gli esseri umani di cinque sensi di base: tatto, vista, udito, olfatto e gusto, che offrono la possibilità di percepire le energie provenienti dall'ambiente e inferirne le caratteristiche. Gli scienziati distinguono i termini "sensazione" e "percezione", che sono complementari ma relativi a diversi fenomeni. Il termine "sensazione" si utilizza per descrivere in che modo conosciamo l'ambiente attraverso i sensi e si riferisce al processo di conversione dello stimolo in segnale neurale. Una volta che le informazioni vengono inviate al cervello, si costruisce la percezione, che consiste nel modo di interpretare e integrare le sensazioni, e in ultima analisi nel modo in cui diamo un senso al mondo che ci circonda.

La percezione si verifica soltanto nella nostra mente e le sue basi sono i recettori, che hanno un meccanismo fondamentale comune a tutti i sensi: il processo di trasduzione delle energie provenienti dall'ambiente, come le luci e i suoni, in scariche elettriche. Di seguito vediamo come funzionano i sensi.

Sensazione
Termine riferito al modo in cui conosciamo l'ambiente attraverso il tatto, il gusto, la vista, l'udito e l'olfatto.

Percezione
Termine riferito al modo in cui vengono interpretate le sensazioni per dare un senso al mondo circostante.

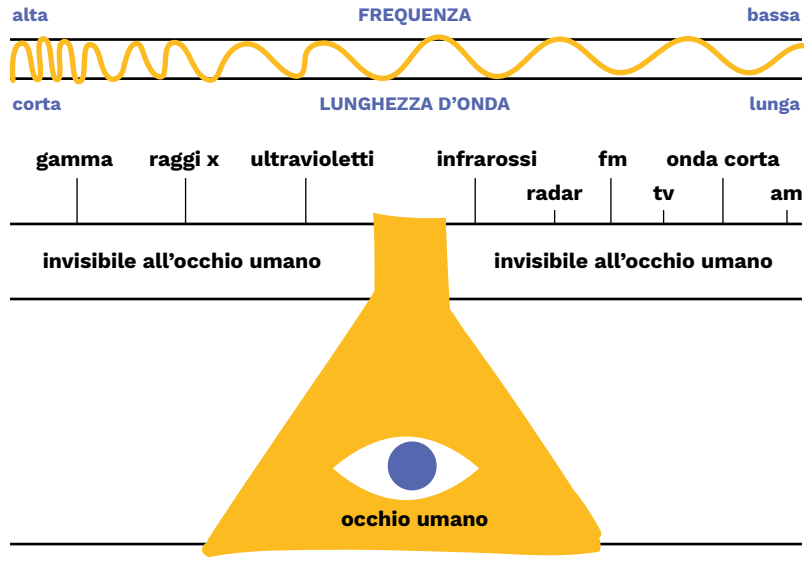
Vista

Le esperienze sensoriali dipendono dalle caratteristiche dei recettori. Per esempio, ciò che chiamiamo "luce" è soltanto la stretta banda dello spettro elettromagnetico che può essere rilevata dall'occhio umano. Se i serpenti parlassero, non concorderebbero con la nostra definizione di "luce": grazie a particolari canali proteici, infatti, alcune specie, quali vipere e pitoni, rilevano le radiazioni infrarosse al buio e in pratica "vedono" il calore delle prede.
La percezione umana della luce è resa possibile da due tipi di cellule situate nella retina: i coni e i bastoncelli.
I coni permettono di vedere i colori e i dettagli nella visione centrale, i bastoncelli sono invece coinvolti nella visione periferica e nella percezione del movimento. Gli scienziati hanno scoperto che l'occhio è più intelligente di quanto si pensasse in precedenza. L'articolata elaborazione necessaria per vedere si svolge già a livello dei neuroni retinici.

Tale complessità spiega in parte perché oggi le protesi retiniche, dette anche “occhi bionici”, rappresentino una soluzione molto limitata.

Khan Academy
Visual sensory information; Processing the Environment

Lo spettro elettromagnetico



Lo spettro visibile
Porzione di spettro elettromagnetico visibile all’occhio umano. L’occhio umano tipicamente reagisce a lunghezze d’onda attorno ai 430-770 THz.

La radiazione elettro-magnetica che ricade nell'intervallo delle lunghezze d'onda visibili all'occhio umano si definisce "luce visibile" o semplicemente "luce". Ma si tratta soltanto di una porzione minima dello spettro elettromagnetico.

Poppy Crum
TED talk:
"Your reality might not be mine: Sensory Perception and Empathy"

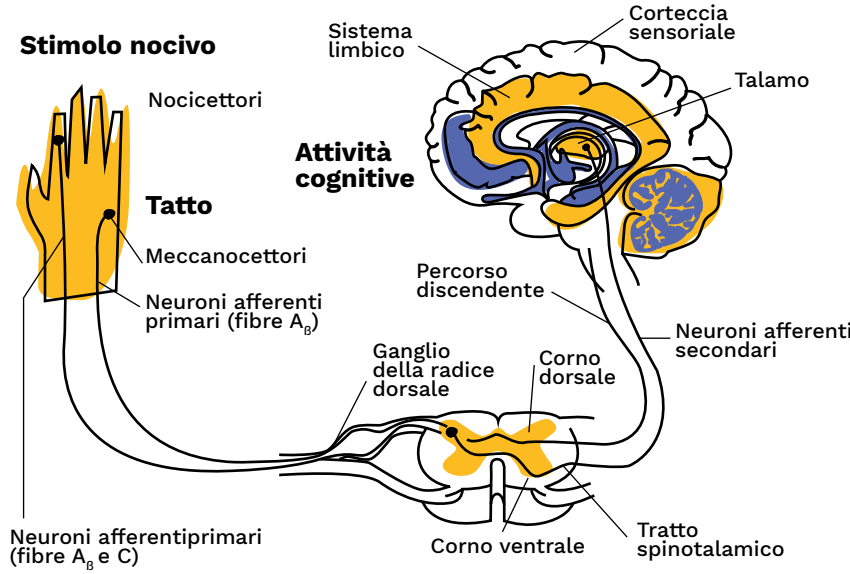
BBC One
How moken children see with amazing clarity underwater - Inside the Human Body

Lo studio della vista ha rivelato che il funzionamento degli occhi si adatta alle condizioni ambientali. Alcuni studi sulle capacità visive dei bambini del popolo Moken, piccole tribù nomadi che vivono sulle isole del mare delle Andamane, hanno evidenziato che questi bambini, che passano molto tempo al giorno sott'acqua a raccogliere cibo (soprattutto conchiglie e vongole), sono più abili a vedere i dettagli in acqua rispetto a quelli nati altrove. Uno studio di un'università svedese ha rivelato che sono in grado di modificare la dimensione della pupilla e la forma del cristallino per vedere distintamente sia sott'acqua sia all'esterno.

Tatto

Il tatto dipende da recettori cutanei multipli che percepiscono pressione, temperatura, vibrazione e dolore. È il primo senso a svilupparsi negli esseri umani e non dà soltanto informazioni sull'ambiente: sembra, infatti, avere un ruolo notevole nello sviluppo funzionale del cervello dei bambini (oggi, infatti, si utilizzano i massaggi come terapia per favorire un migliore sviluppo dei neonati a rischio, ovvero dei bambini nati prima del termine).

Anche negli adulti le sensazioni tattili sembrano non essere semplici sensazioni. Per esempio, il dottor Ackerman del MIT di Boston, in uno studio pubblicato sulla rivista Science nel 2010, ha evidenziato che il tatto può influenzare il modo di pensare e di prendere decisioni. In diversi studi è stato chiesto ai soggetti di prendere alcune decisioni mentre sperimentavano esperienze tattili e si è visto, ad esempio, che le valutazioni delle persone erano influenzate in maniera diversa a seconda che reggessero un portablocco pesante o leggero: chi reggeva quello pesante era portato a valutare più seriamente il lavoro di un candidato a un determinato posto o era maggiormente incline a essere attivo su temi sociali quali l'inquinamento. Allo stesso modo, si è visto che stare seduti su una sedia morbida o rigida ha conseguenze sulle trattative.

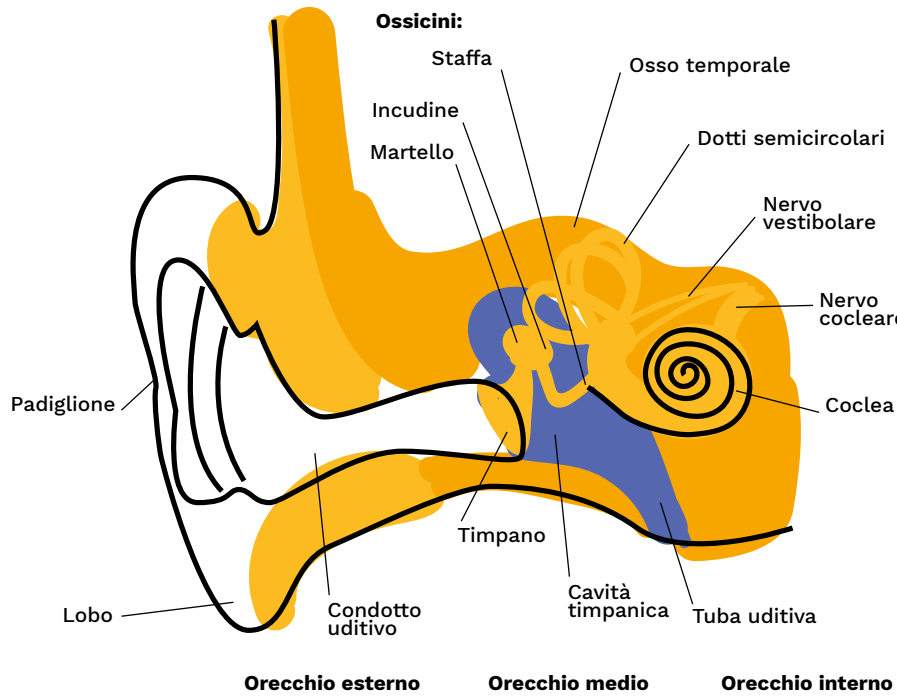


→ Percorsi dei recettori del tatto e del dolore fino al cervello

Udito

I suoni sono onde che viaggiano nell'aria. Dopo aver attraversato l'orecchio esterno, passando per il timpano e tre ossicini, l'energia raggiunge l'orecchio interno, dove si trova la coclea, un organo recettore a spirale ripieno di liquido, che possiede minuscole cellule ciliate che ondeggiano e vibrano, convertendo il movimento in impulsi elettrici, che vengono in seguito inviati al cervello dal nervo acustico.
L'orecchio interno non serve soltanto per l'udito, ma ospita anche il complesso vestibolare, che consente la percezione dell'equilibrio e del movimento. Si pensi, a tal proposito, alla chinetosi, causata tipicamente dal conflitto tra sistema visivo e sistema vestibolare, che si verifica quando gli occhi non percepiscono il movimento, ma il sistema vestibolare sì (mentre, ad esempio, si legge in macchina o si naviga col mare mosso).

Anatomia dell'orecchio

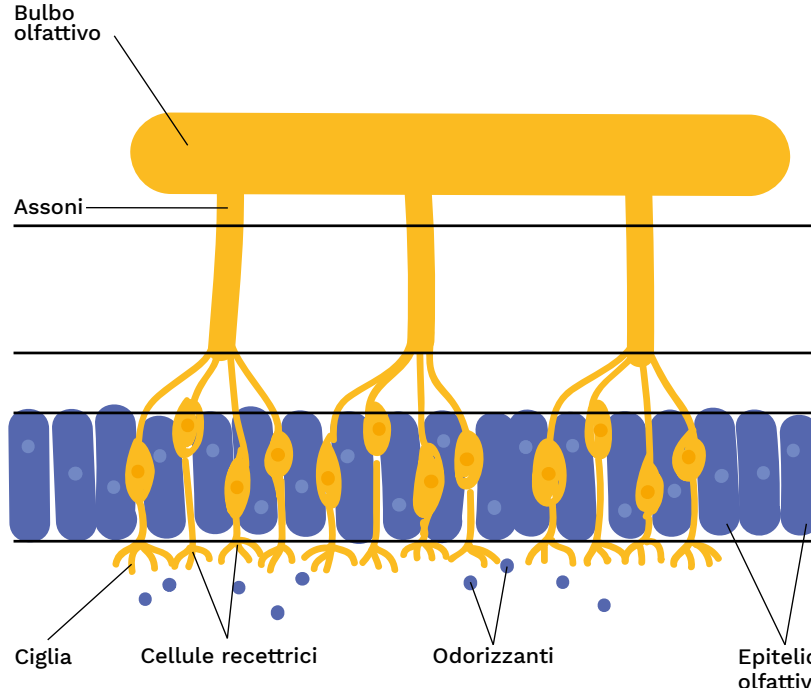


Olfatto

In cima alla cavità nasale degli esseri umani si colloca la fessura olfattiva, che contiene circa 400 recettori dell'odore, direttamente collegati al bulbo olfattivo, la parte del cervello che "sente" gli odori.

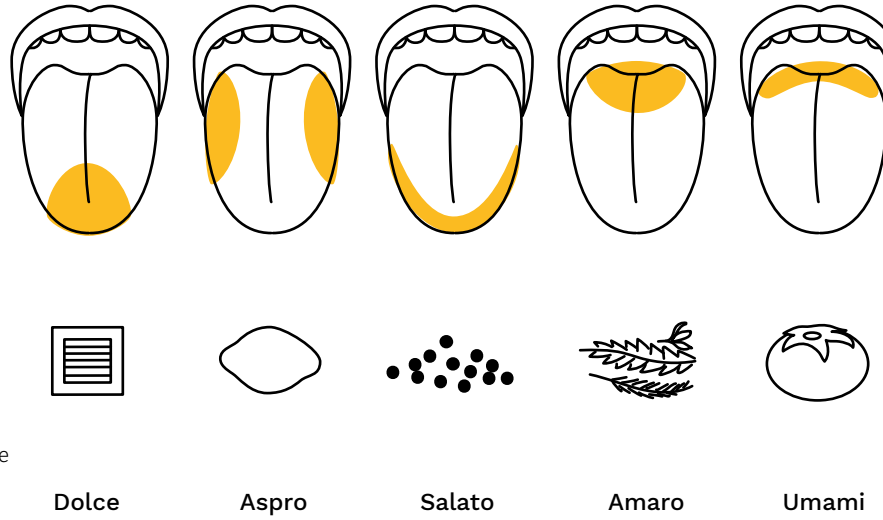
Un recente articolo del Dottor McGann pubblicato su Science ha evidenziato che gli esseri umani hanno le stesse potenzialità olfattive di cani e roditori e possono distinguere circa 1 bilione di odori diversi. La vecchia convinzione che gli esseri umani abbiano un pessimo olfatto sembra aver origine dal diverso comportamento e numero dei recettori olfattivi rispetto agli altri mammiferi.

Sistema olfattivo



Gusto

Il senso del gusto è stato tradizionalmente suddiviso tra dolce, salato, aspro e amaro, ma negli ultimi anni se n'è scoperto un quinto, che è stato definito umami, ovvero saporito, che corrisponde al glutammato e si riscontra in particolare nei pomodori e nella salsa di soia.
Gran parte dei recettori che consentono la percezione del gusto, le papille gustative, si trovano sulla lingua. Tutte le sue parti possono sentire i cinque sapori, ed è un falso mito quello secondo cui la lingua è suddivisa in zone specifiche per ciascuno di essi.



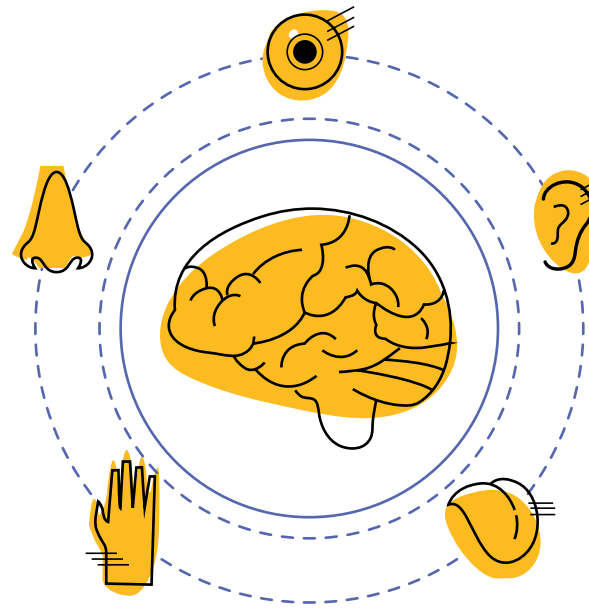
→ **I cinque sensi**
È un falso mito quello secondo cui la lingua è suddivisa in zone specifiche per ciascun sapore.

Il sesto senso: la propriocezione

Oltre ai tradizionali cinque sensi, gli esseri umani possiedono il senso della percezione della posizione delle parti del corpo nello spazio. Grazie a essa, riusciamo a toccare la punta del naso a occhi chiusi. Questo sesto senso è strettamente legato al movimento, al punto che, quando rimaniamo completamente fermi per un certo lasso di tempo, con gli occhi chiusi, tendiamo a perdere la nozione della collocazione precisa degli arti.

Percezione multisensoriale

Lo studio della percezione è stato tradizionalmente affrontato isolando i diversi sensi, considerandoli come funzioni indipendenti organizzate in percorsi e moduli per specifiche forme di analisi (ad esempio: cos'è un oggetto, contrapposto a dov'è un oggetto). Solo di recente le scienze cognitive e le neuroscienze hanno cominciato ad affrontare la questione di come si integrino le informazioni provenienti dai diversi sensi e in che misura questi ultimi si influenzino reciprocamente.



Oggi si sa che i sensi umani non lavorano in maniera isolata, ma interagiscono fra loro in misura significativa. Il ramo delle scienze cognitive che si occupa di tali interazioni e influenze reciproche è quello delle interazioni multisensoriali.

È ormai accertato che una modalità sensoriale può dominare le altre relativamente all'elaborazione di specifiche informazioni. Ad esempio, la vista è la modalità d'elezione se si prende in considerazione lo spazio, mentre l'udito è dominante in ambito temporale. Tali dominanze spiegano le forti illusioni percettive, come il fenomeno della ventriloquia, in cui la voce del parlante viene "catturata" dalla bocca in movimento del pupazzo. Allo stesso modo, quando guardiamo un film, percepiamo la voce come proveniente dalla bocca dell'attore e non dagli altoparlanti. L'interazione fra i sensi emerge anche in contesti più comuni.

Sa di rosso o di bianco?

È ampiamente dimostrato che il colore del cibo influenza la percezione del gusto, ma non è tutto. È maggiormente sorprendente ciò che molti studi hanno evidenziato: anche gli esperti di vino cambiano la loro descrizione dell'aroma di un vino bianco se quest'ultimo viene tinto artificialmente di rosso con un colorante insapore!

Potrebbe sembrare strano, ma i modelli più validi per studiare i sistemi sensoriali sono le persone con una deprivazione sensoriale (non vedenti e non udenti), così come chi ha subito la reintegrazione di un senso (ad esempio attraverso l'impianto cocleare). Grazie a loro è stato possibile capire molto sulla funzione delle aree del cervello dedite all'elaborazione sensoriale, nonché sulla loro capacità di adattarsi a diverse condizioni ambientali. È straordinario quanto aumenti, in caso di cecità, la reattività rispetto alle informazioni di tipo tattile e uditivo da parte delle aree del cervello legate alla vista. Infatti è noto, per esempio, che la corteccia visiva delle persone con cecità congenita contribuisce alla lettura in Braille.

La mancanza di un senso o la sua reintegrazione sono modelli ideali per indagare come il cervello elabora e integra le informazioni sensoriali.

Il ruolo fondamentale del cervello per la costruzione della rappresentazione del mondo emerge chiaramente quando si studiano le allucinazioni, l'immaginazione e le visioni. Sono sufficienti le attivazioni cerebrali per suscitare percezioni apparentemente reali. Danni a piccole porzioni del cervello possono condurre a cambiamenti drammatici in quello che vediamo o sentiamo, come il famoso paziente affetto da agnosia visiva descritto dal neurologo Oliver Sacks ne "L'uomo che scambiò sua moglie per un cappello".

David Eagleman
Can we create new senses for humans?

Possibili sviluppi futuri...

- **Creazione e uso di sensori artificiali, validati e non intrusivi, per persone con deficit sensoriali.**
- **Uso di indici basati su neuroimaging per guidare le scelte terapeutiche o riabilitative nei pazienti con deficit sensoriali.**
- **Creazione di nuovi dispositivi in grado di catturare segnali che normalmente non vengono percepiti dal nostro cervello e integrazione nei sistemi sensoriali e cognitivi esistenti.**

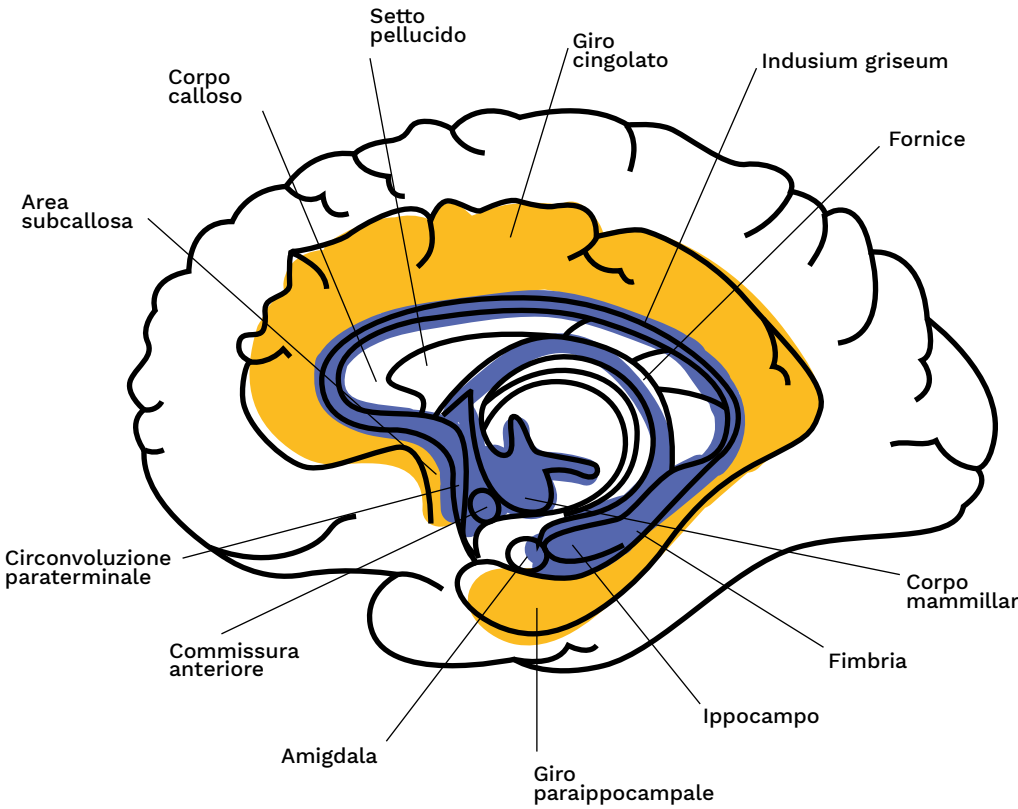
Percezione e rappresentazione del mondo esterno: cosa ci riserva il futuro

Lo studio della percezione sensoriale ha portato a progressi fondamentali per la comprensione del modo in cui il cervello elabora e integra diverse fonti di informazione per estrapolare idee e concetti astratti, indipendenti dai sensi. È ora noto che alcune parti del cervello dedicate all'elaborazione delle informazioni sensoriali subiscono nel corso dello sviluppo cambiamenti specifici, i quali richiedono l'esposizione diretta a una particolare modalità sensoriale. Quindi, per esempio, chi è non vedente dalla nascita (per esempio a causa di cataratta congenita) e recupera la vista da adulto (magari grazie a un intervento chirurgico) potrebbe non essere mai in grado di raggiungere un'esperienza visiva assimilabile a quella di chi ha sempre visto, fin dalla nascita. In un prossimo futuro, una conoscenza più approfondita di come si sviluppa il cervello con o senza esperienze sensoriali distinte permetterà di identificare indici basati sul neuroimaging che consentano di orientare le scelte terapeutiche e riabilitative per i pazienti con deficit sensoriali. Per esempio, potremmo riuscire a stimare l'età ottimale in cui effettuare interventi di reintegro sensoriale e prevedere la qualità post intervento della ripresa a livello percettivo. Da una diversa prospettiva, i ricercatori sono stati anche in grado di dimostrare che le aree implicate nell'estrazione di concetti astratti non richiedono lo sviluppo di esperienze sensoriali; il cervello può quindi interpretare e rappresentare lo stesso concetto in maniera corretta indipendentemente dalla modalità sensoriale attraverso la quale gli giungono le informazioni. Tale conoscenza è stata determinante per la creazione di dispositivi di "sostituzione sensoriale" (al momento ancora rudimentali) per pazienti con deficit sensoriali; tali strumenti sono in grado di raccogliere informazioni da un canale sensoriale perduto e di trasformarle per metterle a disposizione di una delle modalità sensoriali rimanenti. Si tratta ancora di applicazioni in fase preliminare di sviluppo, spesso non ben tollerate dagli utenti, ma i futuri progressi tecnologici e teorici ne accresceranno probabilmente il valore sociale e clinico. Approfittando delle stesse tecnologie e degli stessi dispositivi, in un prossimo futuro tutti potrebbero diventare capaci di "catturare" segnali normalmente non percepiti dal cervello, integrandoli nel sistema sensoriale e nel sistema cognitivo esistenti. Quindi, ipoteticamente, potremmo essere in grado di "percepire" in maniera quasi naturale le informazioni termiche come fanno alcuni animali, quali i serpenti, o di espandere i sensi, ad esempio "vedendo" porzioni dello spettro elettromagnetico che normalmente ricadono al di fuori dei limiti della luce visibile. È facile immaginare un'integrazione naturale di tali sistemi nei dispositivi già sviluppati di realtà aumentata (strumenti tecnologici che offrono esperienze composite basate sulla sovrapposizione di informazioni generate dal computer e dall'esperienza sensoriale dell'utente).

Memoria e apprendimento: come funzionano

La capacità di acquisire e ricordare informazioni sul mondo circostante è essenziale per le interazioni con le altre persone o con gli oggetti, ma anche per la percezione di sé. Infatti, se non potessimo ricordare gli eventi passati, non riusciremmo a imparare né a sviluppare il linguaggio, le relazioni e la nostra stessa identità personale. È sorprendete come il cervello abbia la capacità di ritenere un'enorme quantità di dettagli, a volte con facilità, altre volte con grandi sforzi. Da che cosa dipende la nostra capacità di ricordare il primo giorno di scuola o l'odore familiare di un posto particolare?
Che cosa succederebbe se una mattina ci svegliassimo e scoprissimo di aver perso la capacità di apprendere nuove informazioni e ricordarle, se non per qualche minuto? Le esperienze resterebbero scollegate fra di loro. È proprio quello che è successo al famoso paziente H.M., che ha cominciato a soffrire di gravi deficit di memoria dopo aver subito un intervento chirurgico sperimentale al cervello allo scopo di trattare l'epilessia. La porzione di cervello rimossa comprendeva la regione bilaterale detta ippocampo, che si colloca nel lobo temporale mediale.

L’ippocampo svolge un ruolo importante nella formazione di nuovi ricordi dichiarativi (quelli che possono essere verbalizzati espressamente) sugli eventi vissuti.



Amnesia anterograda
Perdita della capacità di creare nuovi ricordi.

Amnesia retrograda
Perdita di accesso alla memoria di eventi verificatisi in passato.

A seguito dell'intervento, H.M. riportò una grave amnesia anterograda (non riusciva a costruire nuovi ricordi espliciti) e una moderata amnesia retrograda (non ricordava molti eventi verificatisi negli 11 anni precedenti l'operazione). Quindi, per esempio, se faceva un cruciverba e venivano cancellate le parole, poteva ripeterlo più e più volte e ogni volta era come se fosse la prima. Eppure la sua capacità di costruire ricordi procedurali (impliciti) a lungo termine era rimasta intatta: infatti riusciva ad acquisire nuove abilità motorie, sebbene non ricordasse di averlo fatto. Il caso sfortunato di H.M. ha contribuito in misura straordinaria alla comprensione delle basi anatomo-funzionali della memoria e del suo rapporto con altri aspetti della cognizione e del comportamento.

Memoria procedurale
Memoria relativa all'esecuzione di atti motori più o meno complessi, detta anche memoria implicita.

Memoria dichiarativa
Tipo di memoria che comprende la capacità di ricordare consciamente conoscenze acquisite in precedenza, detta anche memoria esplicita.

La memoria è definita come la capacità di archiviare le informazioni nel cervello, mentre l'apprendimento è il processo che permette di acquisire nuove conoscenze.

Khan Academy
Information processing model: sensory, working, and long term memory

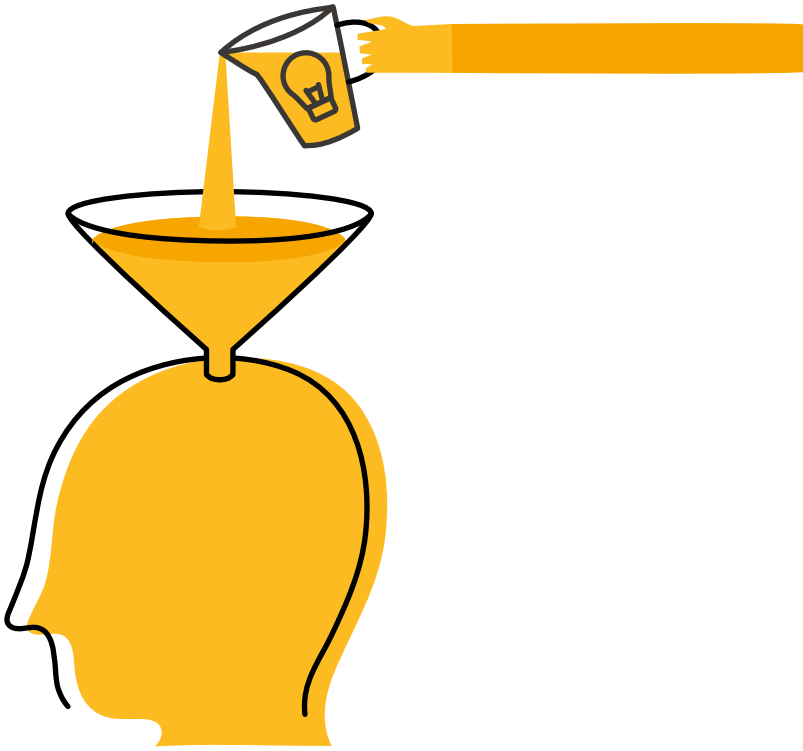
Lo studio delle funzioni della memoria ha sempre attratto l'attenzione dei ricercatori e costituisce tuttora un filone di approfondimento fondamentale per chi si occupa del cervello. Nell'ambito delle neuroscienze esistono molti approcci di studio sui correlati neurali dell'apprendimento e della memoria: vengono approfonditi singoli casi clinici (come quello di H.M.) per determinare che cosa si perde e che cosa si mantiene in caso di amnesia; si impiegano tecniche di neuroimaging per indagare i substrati anatomici e funzionali della formazione e del recupero dei ricordi nei soggetti sani; si utilizzano modelli animali per studiare i meccanismi cellulari alla base di tutti gli aspetti della memoria e dell'apprendimento.

Catharine Young
How memories form and how we lose them

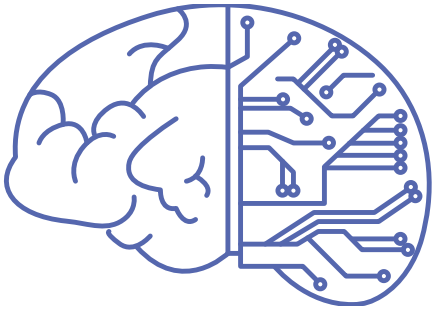
Memoria a lungo termine
Tipo di memoria in cui la conoscenza informativa viene mantenuta a tempo indeterminato. Ne fanno parte le forme di memoria esplicita e implicita.

Memoria (di lavoro) a breve termine
Sistema cognitivo con capacità di archiviazione limitata, responsabile di mantenere temporaneamente disponibili le informazioni da elaborare. È importante per guidare il processo decisionale.

In genere la memoria viene suddivisa in sensoriale, a breve termine e a lungo termine, a seconda del lasso di tempo in cui vengono trattenute le informazioni. La memoria a lungo termine è costituita dalle informazioni conservate per un lasso di tempo significativo e, in base alle caratteristiche dei dati archiviati, si utilizza una suddivisione funzionale tra memoria dichiarativa (esplicita) e procedurale (implicita). Quando si cerca di ricordare qualcosa intenzionalmente (ad esempio la lista della spesa), le informazioni vengono richiamate dalla memoria esplicita. Invece canticchiare un motivo familiare o guidare un'auto, azioni per le quali non è necessario ricordare in maniera conscia la procedura, rientrano nella categoria della memoria implicita.



Le strutture cerebrali che supportano i vari processi di memoria si distinguono a seconda del tipo di informazioni da trattenere e del modo in cui le stesse vengono codificate e recuperate. Il sistema mnemonico comprende il lobo temporale mediale, che plasma e consolida i nuovi ricordi, la corteccia prefrontale, implicata nella codifica e nel recupero delle informazioni, e altre strutture corticali e subcorticali, che partecipano a varie modalità di apprendimento. A differenza dell'amnesia, il deterioramento della memoria, che si osserva con il normale invecchiamento, sembra caratterizzato da meccanismi di codifica e di recupero carenti, mentre non risulterebbe compromessa in maniera significativa la capacità di archiviazione.



Si stima che la memoria umana abbia una capacità di archiviazione di 1 petabyte, che corrisponde a 1.000 terabyte (la dimensione più diffusa degli hard-disk dei computer moderni).
È sorprendente se si pensa che 1 terabyte di memoria può arrivare a contenere 2 milioni di fotografie o 500 ore di video!

Nonostante il cervello sia in grado di contenere un'enorme quantità di informazioni, possiamo avere difficoltà a conservarne o ritrovarne una specifica (indipendentemente dall'età). Infatti, se l'attenzione è certamente importante per archiviare un'informazione particolare, la semplice intenzione volontaria di ritenerla o recuperarla spesso è insufficiente. D'altro canto, come si può facilmente notare, i ricordi associati a contenuti emotivi particolarmente forti (sia positivi sia negativi) sono sempre quelli che si ricordano più facilmente. Per esempio, la maggior parte delle persone nei paesi occidentali ricorda chiaramente dove si trovava e che cosa faceva durante l'attacco dell'11 settembre.
I processi mnemonici possono anche essere facilitati da tecniche specifiche, quali approcci basati su strategie interne (mnemotecnica) o esterne (l'uso di taccuini e allarmi

o il famoso nodo al fazzoletto). Una delle tecniche più note e più vecchie usate per memorizzare singoli elementi in sequenza è il metodo dei loci (dal latino locus, che significa luogo): si comincia creando una sequenza di luoghi (loci), meglio se ben conosciuti (per esempio tutti i luoghi che si incontrano sul percorso da casa al lavoro), e si passa, nella fase di codifica materiale, ad associare il primo elemento da ricordare al primo luogo nella lista, il secondo elemento al secondo luogo e così via. Per recuperare il materiale, bisognerà ripercorrere mentalmente la sequenza dei luoghi a partire dal primo, che costituisce la chiave favorendo il ricordo del primo elemento, per poi procedere allo stesso modo fino all'ultimo luogo, che ricorderà l'ultimo elemento. In altre parole, tale strategia sfrutta la naturale capacità del cervello di creare associazioni... e di seguirle.

Possibili sviluppi futuri...

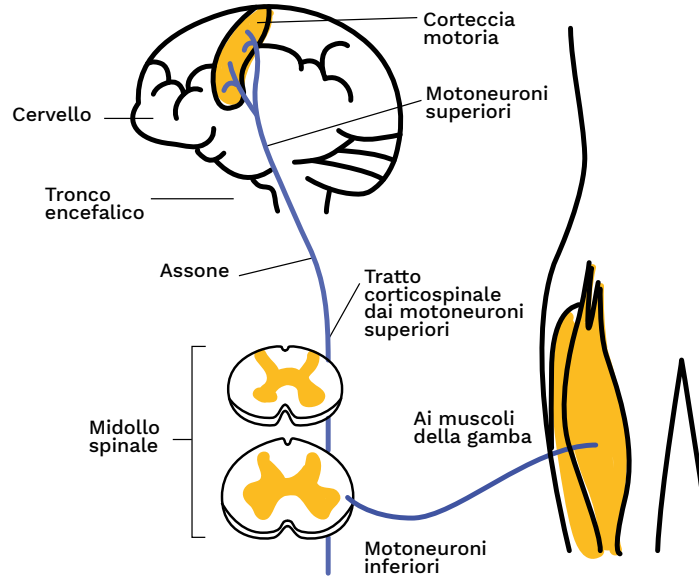
- **Identificazione di meccanismi per il potenziamento (ad es. mediante stimolazione farmacologica o diretta del cervello) della memoria per facilitare/ accelerare l'apprendimento.**
- **Identificazione di meccanismi per il de-potenziamento di ricordi traumatici o negativi in condizioni patologiche (ad es. disturbo da stress post-traumatico).**
- **Identificazione di meccanismi che possono consentire un recupero più efficiente (rapido e più preciso) delle informazioni memorizzate in precedenza.**
- **Identificazione di strategie che possono rallentare, o invertire, alterazioni della memoria che accompagnano l'invecchiamento fisiologico e/o patologico.**

Memoria e apprendimento, come funzionano: cosa ci riserva il futuro

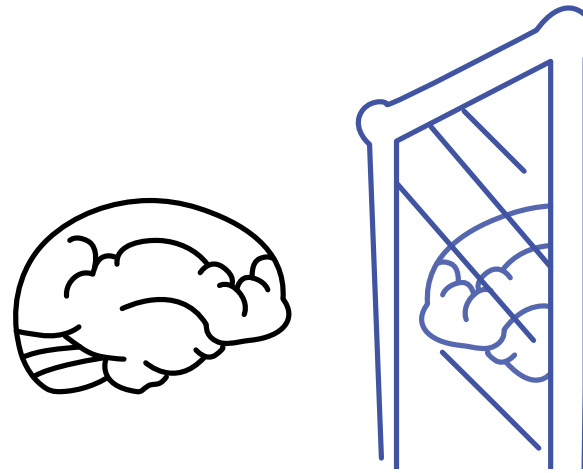
Le capacità mnemoniche e di apprendimento sono sempre più importanti nella società moderna, che impone elevati livelli di produttività ed efficienza. Di conseguenza, gli esseri umani hanno cercato di sviluppare strategie per migliorare tali abilità in condizioni sia fisiologiche sia patologiche. Tali tentativi hanno condotto alla definizione di "tecniche mnemoniche" volte a ottimizzare l'organizzazione e l'archiviazione di nuovi ricordi. Alcuni di questi approcci sfruttavano le osservazioni cognitive e psicologiche, ad esempio quelle che prevedevano il rafforzamento dei ricordi associati a immagini visive o dal forte contenuto emotivo.
Altri avevano a che fare, invece, con le preferenze e le inclinazioni individuali, poiché miravano a identificare le migliori strategie di apprendimento in funzione di specifici tratti psicologici che potrebbero rendere, ad esempio, più propensi a imparare attraverso le immagini e i video, piuttosto che leggendo una serie di nozioni. Oggi, nell'era delle neuroscienze, i ricercatori cercano di fondere le conoscenze relative a comportamento, psicologia e cervello allo scopo di mettere a punto approcci innovativi per potenziare la codifica e la conservazione dei ricordi, ma anche per un recupero più efficiente delle informazioni archiviate in precedenza. Lo studio delle condizioni patologiche associate alla compromissione della memoria (come la malattia di Alzheimer) ha permesso di individuare farmaci che potrebbero avere un effetto benefico non soltanto sui pazienti, ma anche sui soggetti sani. Si tratta di farmaci che, in realtà, stanno già diventando di uso comune fra le persone sane che operano in contesti molto competitivi ed esigenti (quali gli studenti universitari). Un potenziale metodo per rafforzare i ricordi, specialmente nella fase di apprendimento, potrebbe venire dalle tecniche innovative che permettono la stimolazione diretta di specifiche aree del cervello.
D'altro canto, c'è da dire che una memoria eccessivamente forte potrebbe risultare altrettanto negativa per la nostra vita quanto una pessima: una memoria che conservasse ogni minima informazione potrebbe facilmente causare una profonda confusione (per esempio fra esperienze recenti e passate), come dimostra il famoso caso illustrato nel libro "The mind of mnemonist" ("Viaggio nella mente di un uomo che non dimenticava nulla") di Alexander Luria. Anche in persone con una memoria "normale", tuttavia, alcuni eventi scioccanti o traumatici potrebbero rimanere impressi nella mente, nonostante il desiderio di dimenticarli. È quanto accade, ad esempio, ai pazienti con il cosiddetto "disturbo post-traumatico da stress (PTSD)". Per questo motivo, i ricercatori non si limitano a cercare il modo di potenziare i ricordi, ma cercano anche metodi che ne consentano il depotenziamento o la rimozione totale. Sappiamo già che esistono farmaci, come quelli usati nel corso delle procedure chirurgiche, in grado di bloccare l'archiviazione di nuove informazioni nella memoria per un certo periodo di tempo, ma è certamente più complicato eliminare ricordi già conservati nel cervello. Con il rapido aumentare delle nostre conoscenze sul cervello, è possibile immaginare un giorno non troppo lontano in cui saremo in grado di determinare quali ricordi potenziare e quali, invece, cancellare.

Azioni e controllo motorio

Le mani sono un elemento fondamentale per l'interazione tra il cervello e la realtà che ci circonda: permettono di esplorare attivamente il mondo grazie a uno dei nostri sensi più sviluppati, il tatto, ma consentono anche di modificare l'ambiente stesso, afferrando, spostando, colpendo ecc. Tutto ciò è reso possibile da un meccanismo di controllo unico che produce un'ampia gamma di movimenti distinti, dai più fini ai più grossolani, dai più semplici ai più complessi, in base all'attivazione di pochi muscoli o alla coordinazione di molti muscoli delle due mani, degli arti o di altre parti del corpo. Di fatto, l'evoluzione e la crescente complessità del nostro repertorio comportamentale hanno determinato lo sviluppo di una eccezionale macchina, altamente specializzata, capace di eseguire precisi atti motori, nonché di riconoscere quelli compiuti dagli altri.



L'espressione "controllo motorio" indica l'insieme dei processi cerebrali e cognitivi attraverso cui esseri umani e animali attivano e coordinano i muscoli e gli arti necessari per mettere in atto un'abilità motoria. Alcune regioni del lobo frontale del cervello, chiamate area motoria primaria e area premotoria, sono direttamente coinvolte nella produzione dei movimenti e hanno connessioni, mediate dal midollo spinale, con i muscoli periferici. Altre aree del cervello, situate principalmente nel lobo parietale, sono ascritte alla guida dei movimenti attraverso i sensi: si occupano di elaborare e integrare le informazioni sensoriali riguardo la posizione degli arti e la posizione, la forma e la dimensione degli oggetti a cui sono rivolte le azioni.



Alcune parti della corteccia frontale e parietale sembrano contenere una famiglia di neuroni straordinari che si attivano sia quando eseguiamo un'azione (come afferrare una mela) sia quando vediamo qualcun altro fare la stessa cosa (afferrare una mela). Si ritiene che siano tali "neuroni specchio" a permetterci sia di estrarre prontamente le informazioni relative agli obiettivi e alle intenzioni degli altri, sia di prevedere il loro comportamento successivo, facendo riferimento a modelli

d'azione "interni". Anni di ricerche sul "sistema dei neuroni specchio" hanno portato molti scienziati a credere che questo particolare meccanismo possa essere fondamentale per comprendere le azioni, i comportamenti adattivi, le interazioni sociali, l'apprendimento per imitazione, l'empatia e la cosiddetta "teoria della mente" (la capacità di capire le intenzioni degli altri).

Khan Academy
Motor neurons
Muscular-skeletal system physiology
NCLEX-RN

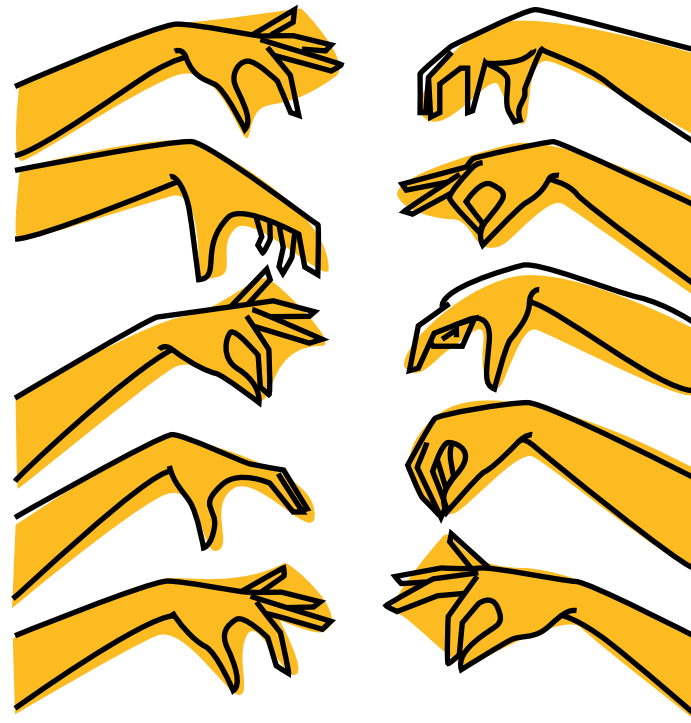
Un preciso controllo motorio è essenziale per la nostra capacità di interagire con il mondo esterno. Richiede un'interazione cooperativa tra il sistema nervoso centrale e quello muscoloscheletrico.

Nel corso degli anni è stato approfonditamente studiato il codice secondo cui i diversi atti motori vengono rappresentati nelle regioni che costituiscono la rete del controllo motorio. Il vecchio punto di vista secondo cui il cervello controlla il singolo arto e i segmenti del tronco è stato messo in dubbio da spiegazioni alternative: comandi motori migliori, che permettono di risparmiare risorse, possono fare affidamento sul controllo di gruppi di muscoli e articolazioni che agiscono come unità funzionali (sinergie) o sulla codifica diretta di gesti complessi dal significato evolutivo totalmente "conservato" nell'area motoria primaria del cervello (come afferrare e nutrirsi).

Riflesso motorio
Percorso neuromuscolare fisso che determina reazioni motorie automatiche. Si verifica su una scala temporale molto più rapida rispetto alle reazioni che dipendono dall'elaborazione percettiva.

Motor Synergy
Sistema a più elementi che organizza la condivisione di un compito fra una serie di variabili motorie elementari. Le sinergie sono guidate in modalità bottom-up dalle informazioni sensoriali e si apprendono, non sono innate come i riflessi.

Motor Programs
Schemi di attivazione motoria prestrutturati, generati ed eseguiti dal cervello. Rappresentano un approccio top-down alla coordinazione motoria. Una volta eseguito, il programma non può essere alterato dalle informazioni sensoriali successive.



La percezione è estremamente importante per il controllo motorio, poichè trasporta le informazioni relative al rapporto tra il corpo e l'ambiente che servono a organizzare ed eseguire le azioni e i movimenti. Il cervello, ad esempio, deve sapere se una tazza di caffè sul tavolo sia o meno a portata di mano, o se abbia o meno un manico (ed eventualmente da che lato), per poter pianificare il movimento più preciso ed efficiente per raggiungerla e bere un sorso da essa. Anche altri fattori, quali la quantità di caffè contenuta e il materiale di cui è fatta la tazza, possono influenzare i calcoli del cervello, e a volte perfino trarlo in inganno. Ciò avviene, ad esempio, quando cerchiamo di sollevare qualcosa di apparentemente molto pesante (come una sfera che sembra di ferro), ma che in realtà non lo è (perché magari è di plastica). In questo caso l'azione risulterà inappropriata rispetto all'oggetto specifico con cui interagiamo, con risultati potenzialmente inattesi.

Per questo i nostri sensi (soprattutto la vista), ma anche le nostre convinzioni (come il fatto di pensare che una scatola sia piena di libri o meno), possono avere effetti notevoli sulla strategia motoria generata dal cervello.

L'importanza del legame tra percezione e organizzazione motoria diventa evidente nel caso dei pazienti affetti dalla condizione clinica nota come "aprassia". Chi soffre di questa malattia (spesso causata da un danno alla corteccia parietale posteriore) manifesta una conseguente difficoltà nell'organizzazione motoria necessaria per eseguire azioni e movimenti a richiesta, il che comporta l'incapacità di mettere in atto o portare a termine determinati movimenti appresi. Questi pazienti, ad esempio, potrebbero non essere in grado di utilizzare in maniera corretta lo spazzolino per lavarsi i denti, perché non sanno identificare il concetto (idea) o l'obiettivo che sta dietro agli oggetti (quest'ultima forma di aprassia è nota anche con il nome di aprassia ideativa).

Greg Gage
How to control someone else's arm with your brain

Abilità motoria
Abilità appresa di raggiungere un risultato motorio predeterminato con la massima sicurezza.

Apprendimento motorio
Mutamento relativamente permanente nella capacità di mettere in atto un'abilità motoria come risultato di pratica/esperienza.

Unendo le osservazioni effettuate su soggetti sani e su pazienti con i dati provenienti dai modelli animali, in un quadro teorico di costante approfondimento, si potrà giungere a una migliore comprensione della nostra maniera di interagire con il mondo esterno e si favorirà lo sviluppo di applicazioni in ambito clinico e riabilitativo.

Possibili sviluppi futuri...

- **Creazione di componenti artificiali del corpo in grado di comunicare efficientemente con il cervello e il sistema nervoso per le persone che perdono un arto.**
- **Creazione di componenti artificiali del corpo che possono integrare o estendere quelli esistenti (ad esempio dita o braccia aggiuntive possono consentire di manipolare oggetti che sono altrimenti troppo grandi o pesanti).**

Azioni e controllo motorio: cosa ci riserva il futuro

In medicina, una protesi è un dispositivo artificiale mirato a ripristinare le normali funzioni di una parte mancante del corpo. Già più di 2000 anni fa si utilizzavano arti protesici quali mani e gambe di legno, in Egitto, in Grecia e nell'Impero Romano. Tali strumenti sono rimasti piuttosto rudimentali fino a tempi recenti, quando è divenuto possibile sviluppare protesi altamente complesse che simulano in maniera fedele l'aspetto e la funzionalità degli arti veri, grazie al progresso di nuove tecnologie e materiali e, parallelamente, all'aumento delle conoscenze sulla maniera in cui il sistema nervoso interagisce con le diverse parti del corpo e le controlla. Collegando tali dispositivi direttamente al sistema nervoso, le persone acquisiscono (tramite una specifica pratica riabilitativa) la capacità di controllare le protesi artificiali quasi come se fossero i propri arti originali. Questo tipo di connessione "invasiva" potrebbe tuttavia non essere ben tollerata dal corpo del ricevente. Per questo motivo, sebbene finora il successo sia stato decisamente inferiore, i ricercatori stanno cercando di mettere a punto approcci non invasivi, basati per lo più sull'elettroencefalografia e l'elettromiografia, che leggono i comandi motori direttamente dal cervello e dai nervi periferici. Risultati preliminari incoraggianti indicano che nel prossimo futuro chi ha perso un arto sarà probabilmente in grado di sostituirlo con uno nuovo estremamente realistico e avrà anche la possibilità di scegliere fra diverse opzioni basate su tecnologie di controllo più o meno invasive. Inoltre, le protesi meccaniche hanno attirato l'interesse degli scienziati anche per i loro potenziali vantaggi sui nostri arti "standard" fatti di carne e ossa, rispetto ai quali posseggono componenti meccaniche dalla forza e dalla resistenza senz'altro più elevate. Per tale ragione, i ricercatori considerano la possibilità di creare componenti del corpo artificiali che possano fungere da complemento o estensione di quelli esistenti. Dita o braccia supplementari potrebbero permettere di manipolare oggetti altrimenti troppo grandi o pesanti per un normale essere umano. Sullo stesso filone, i ricercatori stanno inoltre sviluppando e testando macchine mobili indossabili (chiamati esoscheletri) che consentono il movimento degli arti con maggior forza e resistenza. Di sicuro ci si avvia rapidamente verso una crescente integrazione tra uomo e macchina, che renderà possibile non soltanto il ripristino delle funzioni motorie perse a seguito di traumi, malattie e condizioni congenite, ma anche il raggiungimento di nuove serie di movimenti e capacità motorie che superano di molto i comuni limiti umani.

Linguaggio e comunicazione

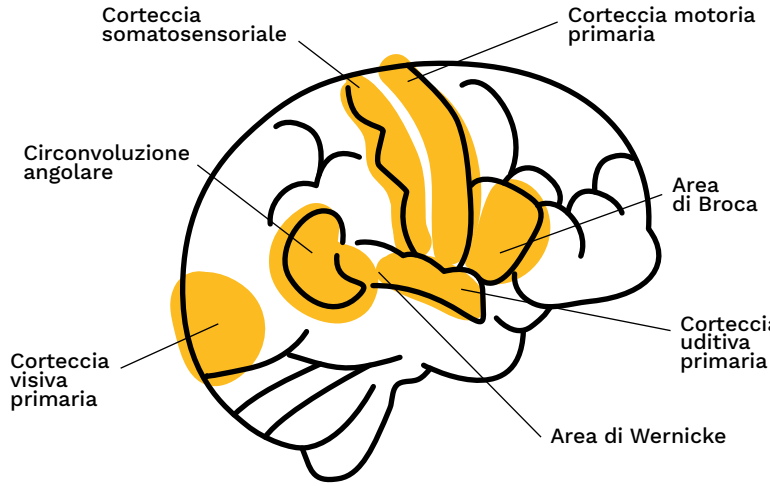
Nel 1861, il neurologo Pierre-Paul Broca riuscì a dissezionare il cervello di un paziente che era stato in cura presso l'ospedale di Bicêtre a Parigi per oltre trent'anni prima della morte. L'uomo era stato ricoverato per una perdita quasi totale della parola, quando Broca, che lo conosceva da pochi mesi, ebbe modo di valutare la sua incapacità di parlare, nonché la paralisi del lato destro del corpo e la capacità intatta, invece, di comprendere quello che gli veniva detto. Il cervello del paziente, soprannominato "Tan" per via dell'unica sillaba che riusciva a pronunciare, mostrava un'ampia lesione nella parte inferiore e posteriore del lobo frontale. A distanza di quasi due secoli, questo deficit nella produzione del linguaggio è noto ancora come "afasia di Broca" e la regione cerebrale che, se lesionata, ne è responsabile è chiamata "area di Broca". Gli studi sulle lesioni hanno spianato la strada alle neuroscienze funzionali come oggi le conosciamo, con il moderno valore aggiunto della possibilità di osservare cervelli sani e malati in vivo per individuarne le funzioni.

Susan Wortmann-Jutt
Aphasia: the disorder that makes us lose words

Afasia
Incapacità di comprendere e formulare il linguaggio.

Afasia motoria (afasia di Broca)
Perdita della capacità di produrre il linguaggio. La comprensione rimane in genere inalterata.

Afasia sensoriale (afasia di Wernicke)
Perdita della capacità di comprendere il linguaggio scritto e parlato. I pazienti manifestano di solito una produzione fluente ma priva di significato.



Lo studio del linguaggio come funzione legata al cervello prende il nome di Neurolinguistica.

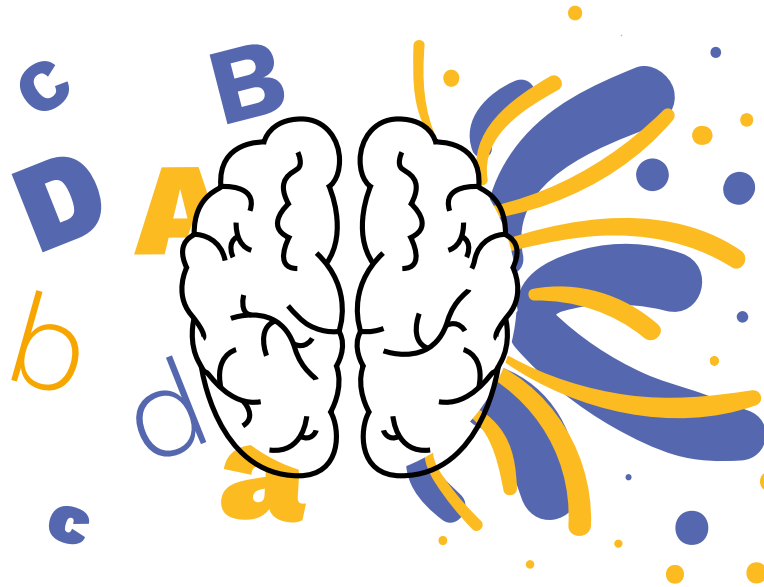
Le indagini di neuroimaging funzionale basate su compiti che richiedevano produzioni verbali e linguistiche a volontari sani ha sempre posto l'accento sull'area di Broca: si è scoperto che quest'ultima è in grado di elaborare anche stimoli non strettamente linguistici, come suoni musicali, e stimoli legati alla comprensione della struttura delle frasi, la sintassi - tanto nella musica, quanto nella lingua. Lesioni a diversi perimetri, più piccoli, dell'area di Broca determinano diversi tipi di problemi di produzione del linguaggio, quali la difficoltà nella costruzione delle frasi, l'interruzione dell'articolazione, l'uso della morfologia corretta nelle forme irregolari (ad esempio, la scelta del suffisso ed nelle forme irregolari dei tempi passati in inglese), nonché l'attribuzione di significati diversi.

Decenni di ricerca neuroscientifica ci hanno rivelato che nel cervello il sistema legato al linguaggio si espande ben oltre l'area di Broca e copre quasi tutto l'emisfero sinistro: esistono sedi specifiche per la percezione delle frequenze tipiche della propria lingua madre nel lobo temporale superiore e regioni legate alla rappresentazione dei significati e delle categorie delle parole nei lobi parietale e temporale. Tali regioni sono responsabili di deficit speculari all'afasia di Broca e, secondo i primi osservatori, rispondono alla definizione onnicomprensiva di "area di Wernicke" e "territorio di Geschwind".

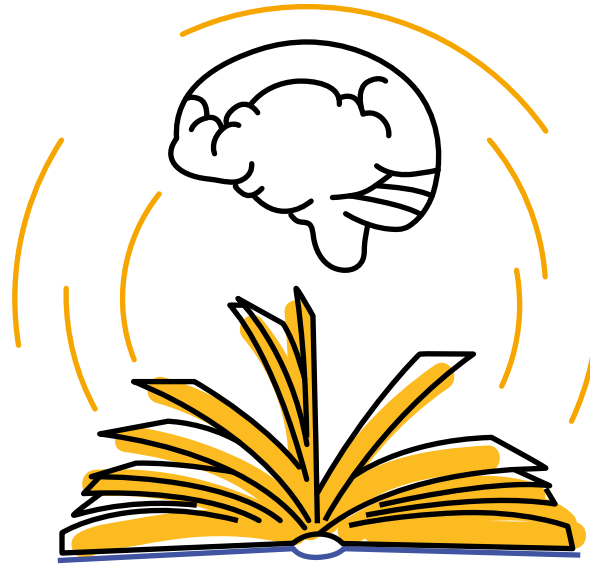
Proseguendo lungo la catena di complessità che caratterizza i processi linguistici, abbiamo raggiunto la padronanza degli strumenti necessari per indagare sulla semantica, lo studio del significato nel suo rapporto con i sensi, il suo legame con la memoria e la sua organizzazione in settori.

Mia Nacamulli
The benefits of a bilingual brain

È ben noto che le abilità correlate al linguaggio tendono a differire tra uomini e donne: mentre gli uomini eccellono nelle attività visuo-spaziali e di tipo motorio, le donne si distinguono in quelle di memoria verbale, scioltezza verbale e velocità di articolazione. Inoltre, si registra circa il doppio dei disturbi del linguaggio e della lettura nei giovani uomini rispetto alle donne e si è verificato che i danni all'emisfero sinistro del cervello (quali l'ictus) determinano compromissioni a livello verbale meno frequentemente nelle donne che negli uomini. Qual è il motivo di tali differenze? La ricerca neuroscientifica ha mostrato che una ragione sostanziale potrebbe risiedere nel modo in cui usano il cervello le femmine e i maschi: pare, infatti, che le prime usino entrambi gli emisferi cerebrali per le funzioni linguistiche, mentre gli ultimi usino prevalentemente l'emisfero sinistro.
Ciò spiegherebbe non soltanto perché le femmine sono superiori ai maschi nei compiti correlati al linguaggio, ma anche perché appaiono meno soggette a condizioni patologiche che coinvolgono le funzioni linguistiche.



Nella nostra società sempre più globale, si assiste a una costante diffusione del bilinguismo (la capacità di parlare due lingue). Quando si impara una seconda lingua da adulti, il cervello inizialmente elabora suoni e parole nuove semplicemente come variazioni acustiche, facendo riferimento soprattutto all'emisfero destro. Tuttavia, quando si diventa fluentemente bilingui, il cervello cambia riferimento e si mette a fare affidamento sull'emisfero sinistro, poiché lo stimolo linguistico (suoni e parole) acquisisce significato. Infatti, l'apprendimento di una seconda lingua determina una riorganizzazione cerebrale a livello funzionale e strutturale, cosicché il cervello dei bilingui tende a mostrare alcune differenze rispetto a quello dei monolingui, sia a riposo sia durante l'esecuzione di compiti verbali. Molte evidenze sperimentali hanno suggerito che i bilingui potrebbero presentare notevoli vantaggi rispetto ai monolingui nelle cosiddette funzioni esecutive, che comprendono la memoria di lavoro, la percezione, il controllo dell'attenzione e il controllo inibitorio. Imparare una nuova lingua in età adulta può, inoltre, contribuire a contrastare (o rallentare) gli effetti del declino cognitivo legato al progredire dell'età.



È tuttavia ben noto che imparare due lingue è più facile e rapido durante l'infanzia, quando la plasticità del cervello è al suo massimo.
Effettivamente, il linguaggio è uno degli strumenti più potenti che possiede il cervello; infatti possiamo usarlo per trasferire informazioni da una persona all'altra, e tale processo è talmente efficiente che possiamo fare in modo che un'altra persona provi le stesse sensazioni che abbiamo provato noi, come se ne avesse fatto esperienza con noi. Infatti, molti studi di neuroimaging hanno rivelato che, quando una persona parla con qualcun altro, il cervello dell'ascoltatore tende a "sincronizzarsi" con quello del parlante. Quindi, se descriviamo un cane a un'altra persona, alcune regioni cerebrali impegnate nell'elaborazione delle sue diverse caratteristiche (se era grande o piccolo, marrone o nero ecc.) sono attive nel nostro cervello, ma anche nel cervello dell'altra persona. L'ascoltatore (o il lettore) è in grado di riprodurre nel proprio cervello un'esperienza senza averla necessariamente vissuta di persona. Questo processo è lo stesso che si verifica quando usiamo una metafora: espressioni quali "gelare il sangue" o "situazione spinosa" determinano l'attivazione delle regioni del cervello legate al tatto e alla capacità di sentire le consistenze, mentre espressioni tipo "ha tirato le cuoia" determinano l'attivazione della corteccia motoria. Di fatto, le metafore appaiono direttamente collegate all'immediata esperienza corporea, e ciò spiegherebbe perché si usano tanto spesso per esprimere con efficacia idee e concetti astratti.

Di molti aspetti della facoltà del linguaggio si è trovato un correlato cerebrale, mentre altri devono ancora essere descritti. Di certo, il valore del linguaggio come prodotto della storia e dell'interazione sociale, ma anche della biologia e dell'evoluzione, pone alle neuroscienze stimolanti quesiti da affrontare.

Possibili sviluppi futuri...

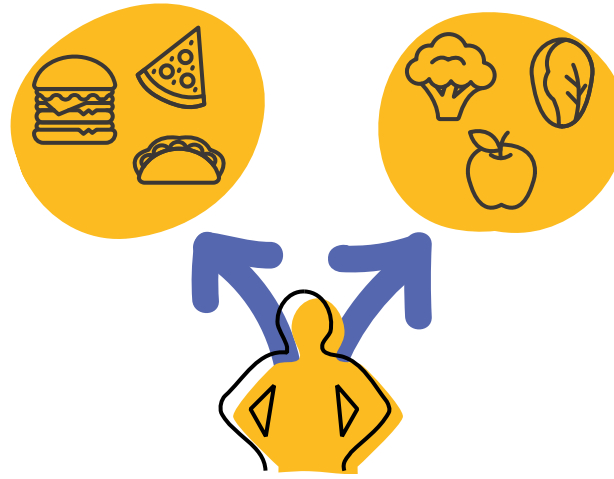
- **Utilizzo di informazioni basate su neuroimaging per identificare le strategie ottimali per facilitare l'apprendimento e la memorizzazione di altre lingue oltre quella nativa.**
- **Identificazione di possibili metodi di stimolazione cerebrale mediante stimolazione diretta o farmacologica di specifiche aree del cervello per accelerare l'apprendimento di nuove lingue e/o aumentare le competenze linguistiche.**
- **Identificazione di nuove strategie riabilitative /terapeutiche in pazienti colpiti da afasia.**

Linguaggio e comunicazione: cosa ci riserva il futuro

Il linguaggio ha un valore sociale fondamentale, poiché rappresenta uno strumento essenziale per la comunicazione e lo scambio di informazioni. Nella nostra società moderna e globalizzata, la conoscenza di più lingue, o quanto meno di quelle rilevanti per la circolazione di persone e capitali, offre di certo un vantaggio significativo sia alle persone sia alle industrie. Gli studi cognitivi e di neuroimaging sull'apprendimento del linguaggio hanno già rivelato molti aspetti importanti relativi agli adattamenti funzionali e anatomici che si verificano nel cervello durante tale processo, nonché al modo in cui quest'ultimo può cambiare in funzione dell'età, del sesso o di lingue conosciute in precedenza. Tali filoni d'indagine, parallelamente ad altri collegati a meccanismi più generali dell'apprendimento e della memoria, hanno consentito di individuare se non migliorare le strategie di apprendimento che si potrebbero adottare durante lo sviluppo o in età adulta per accelerare l'acquisizione di una nuova lingua. Esistono già applicazioni e software commerciali che sfruttano questi principi di base, ad esempio mediante la "gamification" dei processi di apprendimento e l'aggiunta di un sistema di ricompensa, che mira a sfruttare la naturale necessità del cervello di sentirsi appagato e soddisfatto. Si prevede che la maggiore conoscenza dei principi di funzionamento del cervello, unita ai progressi tecnologici e scientifici, consentirà di migliorare ulteriormente tali strategie. Per esempio, in futuro si potrebbero impiegare i sistemi di realtà virtuale combinati con i programmi di intelligenza artificiale per simulare ambienti interattivi in cui l'utente possa mettere alla prova le nuove abilità linguistiche. In un prossimo futuro, gli approcci basati sulle sostanze farmacologiche e sulla stimolazione cerebrale diretta di particolari aree corticali potrebbero fornire un ulteriore importante aiuto per l'apprendimento del linguaggio o il suo mantenimento dopo un periodo di formazione. Tutti i progressi teorici e tecnologici non avvantaggeranno solamente la popolazione generale, ma forniranno anche un contributo fondamentale all'identificazione di nuove strategie riabilitative/terapeutiche per i pazienti afasici, ovvero coloro che riportano alterazioni delle funzioni correlate al linguaggio dovute a danni cerebrali. Da un'altra prospettiva, il linguaggio è talmente importante per gli esseri umani che per noi è naturale pensare che le macchine dovrebbero capire le nostre domande ed essere in grado di rispondere prontamente usando le nostre parole e i nostri concetti. In effetti negli ultimi dieci anni c'è stata una rapida ascesa nell'uso delle applicazioni basate sul linguaggio per interagire con le macchine e i computer. I ricercatori considerano anche la possibilità di approcci comunicativi diretti cervello-cervello e cervello-macchina (o macchina-cervello): dovremmo davvero chiederci se tra soli 100 o 200 anni il linguaggio sarà ancora così importante per noi come oggi.

Processo decisionale e altre funzioni esecutive

Ogni giorno prendiamo migliaia di decisioni: da cosa mangiare a colazione, a quale vino comprare per cena, ad altre più complesse, quali, per esempio, decidere di investire denaro in una nuova attività oppure scegliere la persona giusta da sposare. Secondo un recente studio, più di 200 delle nostre scelte quotidiane sono relative al cibo, e molte avvengono senza che nemmeno ce ne accorgiamo.



I ricercatori del Food and Brand Lab della Cornell University hanno scoperto che le persone prendono più di 200 decisioni al giorno riguardanti il cibo, molte delle quali in maniera inconscia.

Funzioni esecutive
Serie di processi funzionali del cervello correlati alla gestione di sé stessi e delle proprie risorse al fine di raggiungere un obiettivo.

Khan Academy
Decision making processing the environment

Come fa il cervello a prendere queste decisioni? E come si organizza per raggiungere un determinato obiettivo? Esistono speciali abilità cognitive che si occupano di queste cose: "le funzioni esecutive". Il processo decisionale e le funzioni esecutive aiutano il cervello a controllare ed eseguire molte cose differenti: mantenere e reindirizzare l'attenzione, trattenere e manipolare diverse informazioni contemporaneamente, fissare e mantenere la concentrazione su un determinato obiettivo, fare programmi, risolvere problemi e così via.

Il processo decisionale fa parte di processi cognitivi complessi detti "funzioni esecutive", che compongono il sistema di gestione del cervello. Altri processi cognitivi sono il controllo degli impulsi, il controllo emotivo, la memoria di lavoro, la flessibilità cognitiva, il ragionamento, la programmazione e il problem solving.

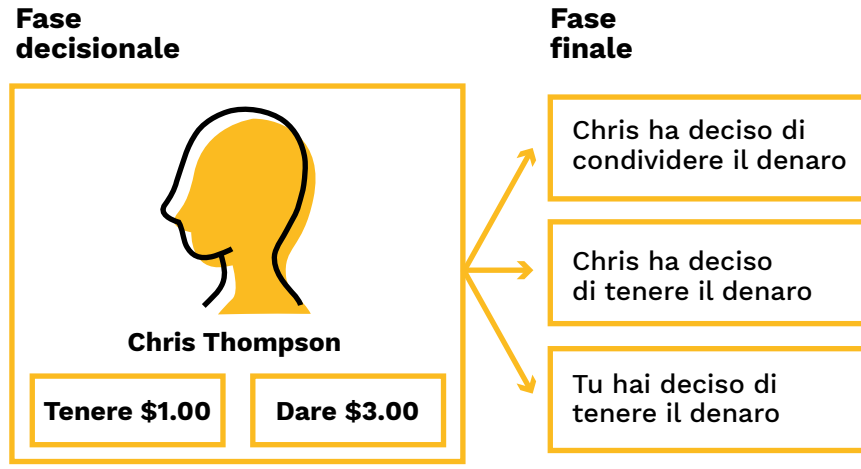
Siamo responsabili delle nostre decisioni? Per rispondere a questa domanda, bisogna affrontare il problema del libero arbitrio, un concetto filosofico che si delinea in base a tre condizioni: la possibilità di fare altrimenti, il controllo sulle proprie scelte e la reattività alle ragioni. In altri termini, il libero arbitrio è la capacità illimitata di prendere decisioni. Si dà in genere per scontato che ognuno ne disponga.
Se ci convincessimo del contrario, ci sarebbero cambiamenti drammatici nella nostra società: se, per esempio, le persone non fossero ritenute moralmente responsabili delle proprie azioni, non avrebbe senso punire chi commette un reato.

Il libero arbitrio è definito come la capacità di scegliere una determinata azione o opzione fra diverse alternative e implica che ciascuno è l'autore delle proprie azioni.

Michael Gazzaniga
Brains are automatic, but people are free

Da dove proviene la nostra capacità di prendere decisioni? Molto di ciò che si sa dei meccanismi neurali che sottostanno ai processi decisionali e alle altre funzioni esecutive, si basa sulle evidenze provenienti dai pazienti psichiatrici e con lesioni cerebrali. Oggi, però, le metodologie non invasive di imaging cerebrale avanzate, in combinazione con le tecniche

di stimolazione di ultima generazione, permettono di studiare i meccanismi cerebrali coinvolti nel processo decisionale anche sui soggetti sani. Per esempio, diversi esperimenti hanno analizzato i meccanismi neurali del comportamento decisionale servendosi della risonanza magnetica funzionale (fMRI) per scoprire quali sono le aree del cervello attive durante i giochi di ruolo che richiedono decisioni complesse. Di recente, è emerso che è possibile anche modulare alcuni processi decisionali, quali il gioco d'azzardo, applicando la stimolazione a specifiche aree del cervello.



→
Esempio di un classico paradigma sperimentale mirato a valutare le basi neurali del processo decisionale

Una disciplina relativamente nuova, la neuroeconomia, mette insieme neuroscienza ed economia per approfondire la comprensione del modo in cui prendiamo le decisioni in contesti sociali complessi. Per esempio, il famoso paradigma della neuroeconomia noto come "gioco della fiducia" analizza i processi decisionali sociali e le interazioni tra agenti economici: un beneficiante e un partner commerciale. Il beneficiante riceve una certa somma di denaro da uno

sperimentatore e può condividerne una parte con il partner commerciale, che riceve tale importo moltiplicato per un determinato fattore. A sua volta, il socio può restituire il guadagno al beneficiante totalmente o in parte o tenerlo per sé.

Un noto studio ha analizzato il ruolo che hanno le convinzioni morali pregresse nel prendere decisioni in ambito economico: i partecipanti giocavano a una versione del gioco della fiducia all'interno di uno scanner MRI e dovevano prendere decisioni rischiose sul fatto di fidarsi o meno di ipotetici partner commerciali dopo essere venuti a conoscenza di determinate informazioni di tipo morale che li riguardavano ("buone", "cattive" o "neutre"). Dai risultati è emerso che le convinzioni morali pregresse sui partner influenzavano le scelte comportamentali dei beneficianti, che decidevano di collaborare maggiormente con soci "buoni". L'analisi delle immagini del cervello ha evidenziato, inoltre, che le pregresse convinzioni morali modulano l'attivazione delle aree del cervello associate alla ricompensa e all'apprendimento (in particolare, il nucleo caudato).

Evidenze concordanti provenienti dagli studi di neuroimaging sul cervello e sulle lesioni suggeriscono che esistono aree anatomiche specifiche del lobo frontale, comprese la corteccia cingolata anteriore, la corteccia orbitofrontale e la corteccia prefrontale ventromediale, che hanno un ruolo determinante nei processi decisionali. Individuare le aree del cervello che "guidano" il comportamento potrebbe avere implicazioni interessanti per il futuro sviluppo di strumenti in grado di prevedere o influenzare le decisioni dei singoli individui. Infatti, come illustreremo nei seguenti capitoli, sono già disponibili molti strumenti per la stimolazione cerebrale mirata, che sono stati applicati con buoni risultati nei laboratori di ricerca per studiare il ruolo di ciascuna regione cerebrale nel processo decisionale.

Le tecnologie di neuro-stimolazione non invasive sono l'ultima tendenza non soltanto nelle terapie cerebrali, ma anche nel potenziamento cognitivo del cervello sano.

La stimolazione transcranica a corrente diretta (tDCS) è il tipo di dispositivo di stimolazione cerebrale per il potenziamento cognitivo più diffuso sul mercato per via della sua semplicità d'uso e per il prezzo relativamente basso. Non è invasivo e prevede l'invio di una leggera corrente elettrica tra elettrodi per favorire o inibire l'attività neuronale del cervello.
Molti studi recenti su una popolazione sana hanno evidenziato i promettenti effetti di modulazione della tDCS sulle abilità cognitive, incluse la memoria di lavoro, l'attenzione e il processo decisionale.

$99-399

Fascia di prezzo per i moderni dispositivi di **tDCS** più diffusi per l'uso a domicilio, 2018 (ApeX, TheBrainDriver, The Brain Stimulator, Foc.us, Omni Stimulator).

Possibili sviluppi futuri...

- **Sviluppo di strumenti nuovi e affidabili per identificare le condizioni che possono compromettere le funzioni decisionali e quindi ridurre o annullare la responsabilità di un individuo per le sue azioni.**
- **Definizione di nuovi strumenti che possono prevedere e anticipare le possibili scelte di un individuo per assisterlo in diverse condizioni (ad esempio durante la guida di un'auto).**
- **Identificazione di approcci basati su strategie cognitive o sulla stimolazione diretta del cervello che possono facilitare e ottimizzare i processi decisionali per massimizzare il guadagno desiderato.**

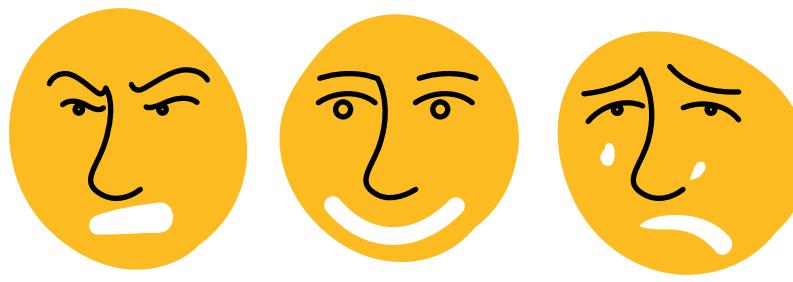
Processo decisionale e altre funzioni esecutive: cosa ci riserva il futuro

Il processo decisionale è un processo cognitivo che prevede la selezione di uno specifico percorso d'azione fra diverse alternative, in base ai valori, alle preferenze e alle convinzioni di chi prende la decisione. In quest'ottica, il concetto di processo decisionale è strettamente correlato a quello di libero arbitrio. Se il dibattito sull'effettiva esistenza del libero arbitrio negli esseri umani rimane sostanzialmente insoluto, i risultati ottenuti dalla ricerca psicologica e neuroscientifica hanno identificato molti dei meccanismi "nascosti" di cui si serve il cervello per prendere decisioni in diversi contesti e circostanze. Si è scoperto, per esempio, che le modifiche a livello funzionale o strutturale di particolari aree cerebrali (quali quelle dovute a un tumore) potrebbero alterare i processi decisionali e determinare "anomalie" comportamentali. Attualmente i ricercatori cercano di completare la mappa dei principi cerebrali sottostanti ai processi decisionali, e fra non molto potremmo essere in grado di individuare e classificare con precisione tutte o quasi le condizioni che hanno effetto su questa particolare funzione. Per esempio, potremmo riuscire a determinare se particolari lesioni o alterazioni funzionali potrebbero compromettere il processo decisionale in maniera significativa, inducendo comportamenti antisociali o aggressivi. In pratica, ciò significa che potremmo essere in grado di determinare se una persona che ha commesso un reato era pienamente conscia delle possibili conseguenze delle proprie azioni e ne é quindi responsabile o meno. Potenzialmente, si potrebbe impiegare lo stesso tipo di conoscenza anche per prevedere se una persona avrà maggiori o minori probabilità di commettere atti con conseguenze negative per i singoli e per la società. Una simile opzione pone inevitabilmente molte questioni importanti di tipo legale ed etico, soprattutto perché pare altamente improbabile che si possano ottenere previsioni con un assoluto livello di precisione. Sappiamo, infatti, che i processi decisionali possono cambiare sostanzialmente a seconda di molti fattori soggettivi e ambientali, quali stati emotivi, esperienze pregresse autobiografiche e costruzioni cognitive culturali. Ciò può rendere certamente molto difficile effettuare previsioni affidabili. D'altro canto, la conoscenza approfondita dei fattori che influenzano il processo decisionale potrebbe essere sfruttata per guidare e potenziare la scelta decisionale al fine di massimizzare il profitto auspicato. In un prossimo futuro, sensori e dispositivi specifici potrebbero valutare il nostro stato emotivo o le circostanze del momento per avvertirci di un'eventuale momentanea alterazione delle nostre capacità decisionali, segnalandoci se siamo o meno nelle condizioni giuste per fare una particolare scelta.

Il cervello emotivo e sociale

L'etimologia stessa del termine "emozione", dal verbo latino emovere, "portare fuori", "smuovere", "scuotere", ci ricorda che le emozioni sono le forze che ci muovono, dando colore alla vita e alle esperienze. Per questo motivo, la comunità scientifica ha sempre cercato di comprenderne le basi biologiche. In particolare, si è dedicato molto impegno a trovare una classificazione comune e universale delle emozioni primarie, ritenute costanti fra le diverse culture e fra i primati. A tal proposito, una delle classificazioni più riconosciute e apprezzate comprende sei emozioni primarie: gioia, sorpresa, paura, rabbia, disgusto e tristezza.

Sorpresa **Disgusto** **Paura**



Rabbia **Gioia** **Tristezza**

Khan Academy
Three components of emotion and universal emotions

Si presuppone comunemente che gli esseri umani possano manifestare sei emozioni primarie: gioia, sorpresa, paura, rabbia, disgusto e tristezza.

In base alla nostra esperienza, dovremmo essere in grado di ricordare facilmente almeno un episodio della nostra vita in cui abbiamo provato ciascuna di esse. Si ritiene sia facile perché l'esperienza emotiva pervade ogni aspetto della vita mentale. Le emozioni, infatti, influenzano profondamente i nostri pensieri, incidendo sulle decisioni e le azioni, così come i ricordi e le percezioni. In questa fitta interazione fra le diverse funzioni cognitive, le emozioni manifestano il proprio ruolo essenziale per la sopravvivenza. Se, ipoteticamente, tornassimo a casa attraverso un vicolo buio e isolato, cominceremmo a sudare, aumenterebbe il battito cardiaco, la respirazione si farebbe più veloce e si dilaterebbero le pupille, e allo stesso tempo aumenterebbe l'attività dell'amigdala, una piccola struttura all'interno del cervello che somiglia a una mandorla. E questo schema di coinvolgimento autonomo involontario di tutto il corpo basato sulle emozioni, insieme a specifiche risposte cerebrali, è così importante perché crea automaticamente una nuova memoria forte: ricordando come ci si è sentiti, la volta successiva il cervello dirà: "Non rifarlo", permettendoci di evitare i pericoli. Si può quindi facilmente immaginare come e perché si sia evoluto un simile schema universale, permettendo ai nostri antenati di affrontare rischi ricorrenti.

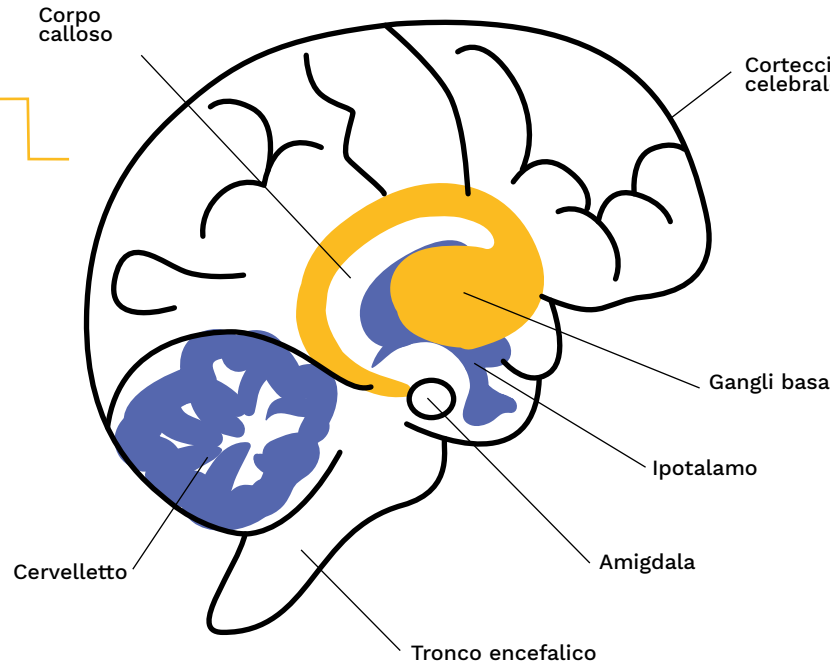
Teoria della mente
Capacità di attribuire stati mentali a sé stessi e agli altri e di capire che gli altri hanno la stessa capacità nei nostri confronti. È determinante per le interazioni sociali quotidiane.

Emozione
Sentimento di durata relativamente breve scaturito da una causa ben definita.

Umore
Insieme di sensazioni positive o negative di durata relativamente lunga senza un chiaro punto di partenza.

Le emozioni hanno uno stretto legame con i fenomeni sociali, in quanto sono fondamentali per l'interazione con gli altri. È per questo che riconosciamo e manifestiamo un'ampia gamma di emozioni, quali affetto, ammirazione, orgoglio, rimorso e nostalgia. Pare che specifiche parti del cervello siano dedite appositamente a permetterci di capire le emozioni degli altri (nonché le loro intenzioni e convinzioni), un processo solitamente noto come "teoria della mente". Quindi le emozioni non rappresentano soltanto un sentimento soggettivo limitato, ma costituiscono anche un mezzo di comunicazione con gli altri, un modo per creare o rinforzare i legami sociali (o per spezzarli).

Jaak Panksepp
TED talk:
"The science
of emotions"



Una valida opportunità per comprendere più a fondo il funzionamento e le basi neurali su cui si fondano i processi emotivi viene dallo studio delle condizioni patologiche. Ne è un esempio la presentazione comportamentale della "Demenza Frontotemporale", una malattia neurodegenerativa che comporta diversi disturbi legati alla cognizione sociale e in particolare la perdita dell'empatia e i deficit di riconoscimento delle emozioni. Un caso analogo è dato dall'alessitimia, condizione caratterizzata in particolare dalla difficoltà di individuare e descrivere i sentimenti, con un notevole deficit nel riconoscimento e nella classificazione verbale delle espressioni emotive. Le ricerche su tali condizioni basate sulle tecniche di neuroimaging potrebbero rivelare i processi cerebrali funzionali più elementari coinvolti nei diversi aspetti dell'elaborazione emotiva.

Possibili sviluppi futuri...

- **Identificazione di nuovi strumenti basati sulla stimolazione cerebrale diretta che può consentire di gestire efficacemente le emozioni negative in condizioni patologiche.**
- **Creazione di strumenti che possono consentire di prevedere la risposta emotiva degli individui a una specifica condizione / stimolo al fine di prevedere e gestirne il comportamento.**
- **Identificazione e sfruttamento dei meccanismi emotivi che facilitano la conservazione dei ricordi con una forte componente emotiva.**

Il cervello emotivo e sociale: cosa ci riserva il futuro

L'umore e le emozioni influenzano il comportamento e le interazioni sociali. Infatti, gli stati emotivi interagiscono spesso in maniera diretta con i tratti psicologici in determinate risposte a stimoli specifici o a comportamenti più generali. La capacità di "leggere" lo stato emotivo degli individui potrebbe contribuire a prevederne il comportamento e consentire in teoria di modificarlo senza dover ricorrere a richieste esplicite o a ordini. I ricercatori sono già in grado di "leggere" i toni emotivi nel contesto sperimentale, misurando l'attività cerebrale (tramite EEG o fMRI) e/o altri segnali periferici, quali la conduttanza cutanea, il battito cardiaco, il ritmo della respirazione, l'attività muscolare e via dicendo. Nelle condizioni di vita reale, però, la precisione di tali strumenti cala notevolmente, per l'inevitabile presenza di diverse fonti rumorose (quali il movimento e i segnali elettrici). Grazie allo sviluppo di sensori e strumenti di analisi più efficienti, in un prossimo futuro le tecnologie per la lettura delle emozioni si potrebbero utilizzare efficacemente per favorire le interazioni uomo-macchina, permettendo alle macchine di capire e prevedere i nostri desideri e le nostre preferenze. D'altra parte, le emozioni rivestono anche un ruolo importante per l'apprendimento e la formazione della memoria, poiché, com'è noto, le esperienze associate a un forte contenuto emotivo lasciano in genere una traccia più profonda nel nostro cervello e quindi si ricordano meglio. Tale meccanismo si potrebbe sfruttare per sviluppare strategie di apprendimento più efficaci. L'acquisizione di una conoscenza più approfondita degli specifici meccanismi fisiologici che legano le emozioni alla memoria consentirà anche di sviluppare approcci innovativi mirati a trattare condizioni quali il disturbo post traumatico da stress (PTSD), in cui i ricordi traumatici negativi possono determinare stress debilitante e perfino comportare flashback, incubi e ansia grave. Le emozioni rivestono un ruolo importante in molte altre condizioni psichiatriche, quali la Depressione Maggiore, che è caratterizzata da un tono emotivo tendente a sconfinare eccessivamente verso l'umore negativo (o positivo). Lo studio dei meccanismi cerebrali fisiologici coinvolti nella regolazione emotiva permetterà di sviluppare strategie innovative basate su sostanze farmacologiche o sulla stimolazione diretta di specifiche aree del cervello, consentendo di modulare in maniera efficiente le emozioni negative in tali condizioni patologiche.

GLOSSARIO
LE BASI NEURALI DEI PROCESSI COGNITIVI E DEL COMPORTAMENTO UMANO 2

Abilità motoria
Abilità appresa di raggiungere un risultato motorio predeterminato con la massima sicurezza.

Afasia
Incapacità di comprendere e formulare il linguaggio.

Afasia motoria (afasia di Broca)
Perdita della capacità di produrre il linguaggio. La comprensione rimane in genere inalterata.

Afasia sensoriale (afasia di Wernicke)
Perdita della capacità di comprendere il linguaggio scritto e parlato. I pazienti manifestano di solito una produzione fluente ma priva di significato.

Amnesia anterograda
Perdita della capacità di creare nuovi ricordi.

Amnesia retrograda
Perdita di accesso alla memoria di eventi verificatisi in passato.

Apprendimento motorio
Mutamento relativamente permanente nella capacità di mettere in atto un'abilità motoria come risultato di pratica/esperienza.

Default Mode Network o DMN
Insieme di aree del cervello che mostra un elevato livello di attività e interazione durante il riposo vigile.

Emozione
Sentimento di durata relativamente breve scaturito da una causa ben definita.

Funzioni esecutive
Serie di processi funzionali del cervello correlati alla gestione di sé stessi e delle proprie risorse al fine di raggiungere un obiettivo.

Memoria a lungo termine
Tipo di memoria in cui la conoscenza informativa viene mantenuta a tempo indeterminato. Ne fanno parte le forme di memoria esplicita e implicita.

Memoria dichiarativa
Tipo di memoria che comprende la capacità di ricordare consciamente conoscenze acquisite in precedenza, detta anche memoria esplicita.

Memoria (di lavoro) a breve termine
Sistema cognitivo con capacità di archiviazione limitata, responsabile di mantenere temporaneamente disponibili le informazioni da elaborare. È importante per guidare il processo decisionale.

Memoria procedurale
Memoria relativa all'esecuzione di atti motori più o meno complessi, detta anche memoria implicita.

Motor Programs
Schemi di attivazione motoria prestrutturati, generati ed eseguiti dal cervello. Rappresentano un approccio top-down alla coordinazione motoria. Una volta eseguito, il

GLOSSARIO
LE BASI NEURALI DEI PROCESSI COGNITIVI E DEL COMPORTAMENTO UMANO 2

programma non può essere alterato dalle informazioni sensoriali successive.

Motor Synergy
Sistema a più elementi che organizza la condivisione di un compito fra una serie di variabili motorie elementari. Le sinergie sono guidate in modalità bottom-up dalle informazioni sensoriali e si apprendono, non sono innate come i riflessi.

Orientamento esogeno dell'attenzione
Spostamento automatico dell'attenzione causato da uno stimolo esterno.

Orientamento endogeno dell'attenzione
Allocazione intenzionale delle risorse attentive a un luogo o a uno spazio predeterminato.

Percezione
Termine riferito al modo in cui vengono interpretate le sensazioni per dare un senso al mondo circostante.

Paradigma basato sull'esecuzione di un compito
Si tratta di un modello d'indagine in cui si esplorano specifiche funzioni cerebrali tramite l'esecuzione di compiti predefiniti che richiedono l'elaborazione attiva e passiva degli stimoli.

Paradigma dello stato di riposo
Si tratta di un modello di neuroimaging funzionale del cervello impiegato per valutare le interazioni che si verificano fra le regioni quando un soggetto non è impegnato in alcun compito esplicito.

Riflesso motorio
Percorso neuromuscolare fisso che determina reazioni motorie automatiche. Si verifica su una scala temporale molto più rapida rispetto alle reazioni che dipendono dall'elaborazione percettiva.

Sensazione
Termine riferito al modo in cui conosciamo l'ambiente attraverso il tatto, il gusto, la vista, l'udito e l'olfatto.

Task Positive Network o TPN
Insieme di aree del cervello che negli studi di neuroimaging funzionale mostra un elevato livello di attivazione e interazione durante l'esecuzione di compiti che richiedono attenzione. Tali regioni sono "anticorrelate" con il DMN.

Teoria della mente
Capacità di attribuire stati mentali a sé stessi e agli altri e di capire che gli altri hanno la stessa capacità nei nostri confronti. È determinante per le interazioni sociali quotidiane.

Umore
Insieme di sensazioni positive o negative di durata relativamente lunga senza un chiaro punto di partenza.

Bibliografia

Raichle, M. E. (2015). *The brain's default mode network. Annual review of neuroscience*, 38, 433-447.

Stein, B. E. & Meredith, M. A. *The Merging of the Senses* (ed. Gazzaniga, M. S.) (The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1993)

Pick, H. L., Jr., Warren, D. H., & Hay, J. C. (1969). *Sensory conflict in judgments of spatial direction. Perception &Psychophysics*, 6, 203-205.

Spence C. (2015). *Multisensory flavor perception.* Cell, 161, 24-35.

Sacks, O. (1985). *The Man Who Mistook His Wife for a Hat, and Other Clinical Tales*. Summit Books.

De Brigard, F., & Prinz, J. (2010). *Attention and consciousness. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1(1), 51-59.

Briggs, G. F., Hole, G. J., & Land, M. F. (2016). *Imagery-inducing distraction leads to cognitive tunnelling and deteriorated driving performance. Transportation research part F: traffic psychology and behavior*, 38, 106-117.

Squire, L. R. (1986). *Mechanisms of memory*. Science, 232(4758), 1612-1619.

Tulving, E., & Craik, F. I. (Eds.). (2000). *The Oxford handbook of memory*. Oxford: Oxford University Press.

Scoville, W. B., & Milner, B. (1957). *Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 20(1), 11.

Birren, J. E., Cunningham, W. R., & Yamamoto, K. (1983). *Psychology of adult development and aging*. Annual Review of Psychology, 34(1), 543-575.

Gardner, T., Goulden, N. and Cross, E.S., 2015. *Dynamic modulation of the action observation network by movement familiarity*. Journal of Neuroscience, 35(4), pp.1561-1572.

Friederici, A.D., 2011. *The brain basis of language processing: from structure to function*. Physiological reviews, 91(4), pp.1357-1392.

Berwick, R.C., Friederici, A.D., Chomsky, N. and Bolhuis, J.J., 2013. *Evolution, brain, and the nature of language*. Trends in cognitive sciences, 17(2), pp.89-98.

Wansink, B. and Sobal, J. (2007). *Mindless Eating: The 200 Daily Food Decisions We Overlook*. Environment and Behavior 39:1, 106–123.

Walter, H. (2001). *Neurophilosophy of Free Will: From Libertarian Illusion to a Concept of Natural Autonomy*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Gabay, A.S., Radua, J., Kempton, M.J., Mehta, M.A. (2014). *The Ultimatum Game and the brain: A meta-analysis of neuroimaging studies*. Neurosci. Biobehav. Rev. 47: 549–558.

Delgado, M. R., Frank, R. H., Phelps, E. A. (2005). *Perceptions of moral*

character modulate the neural systems of reward during the trust game. Nat. Neurosci. 8, 1611–1618.

Ouellet, J., McGirr, A., Van den Eynde, F., Jollant, F., Lepage, M., Berlim, M.T. (2015). *Enhancing decision-making and cognitive impulse control with transcranial direct current stimulation (tDCS) applied over the orbitofrontal cortex (OFC): A randomized and sham-controlled exploratory study*. J Psychiatr Res. 69: 27–34.

Carruthers, P., & Smith, P. K. (Eds.). (1996). *Theories of theories of mind*. Cambridge University Press.

Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, rationality and the human brain*. Quill.

Ekman, P. E., & Davidson, R. J. (1994). *The nature of emotion: Fundamental questions*. Oxford University Press.

Clore, G., & Huntsinger, J. (2007). *How emotions inform judgment and regulate thought*. Trends Cogn Sci 11(9):393-399.

Lerner, J.S., & Keltner, D. (2001). *Fear, anger, and risk*. J Pers Soc Psychol 81(1):146.

Sitografia

www.youtube.com/watch?v=6A-RqZzd2JU&t
www.youtube.com/watch?v=ubNF9QNEQLA&t
www.youtube.com/watch?v=e5Sa3H8QN6c
www.youtube.com/watch?v=s4JBqLoY3tY&list
www.youtube.com/watch?v=THJgaznSBu8
www.youtube.com/watch?v=3m-464MqBJY
www.youtube.com/watch?v=SYytiQmXNTc
www.youtube.com/watch?v=YIKm3Pq9U8M
www.youtube.com/watch?v=4c1lqFXHvqI
www.youtube.com/watch?v=pMMRE4Q2FGk
www.youtube.com/watch?v=yOgAbKJGrTA
www.youtube.com/watch?v=LwA00uqniiU
www.youtube.com/watch?v=rSQNi5sAwuc
www.youtube.com/watch?v=-GsVhbmecJA
www.youtube.com/watch?v=MMmOLN5zBLY
www.youtube.com/watch?v=h_--qw-fv3k
www.youtube.com/watch?v=3Uun-2VHe7U
www.youtube.com/watch?v=IZgM4NPN4eU
www.youtube.com/watch?v=65e2qScV_K8

03

Approfondimenti: **Salute**

Prenditi cura della tua mente: la neuroscienza dell'appagamento

La psicologia positiva è stata definita da Martin Seligman e Mihaly Csikszentmihalyi, promotori alla fine del secolo scorso di questo nuovo settore della psicologia, *"lo studio scientifico del funzionamento positivo e della "fioritura"* (flourishing) dell'essere umano a vari livelli, con un approccio che comprende le dimensioni biologica, personale, relazionale, istituzionale, culturale e globale della vita". Questo specifico campo di indagine cerca di capire come si possa promuovere la felicità individuale, in particolare favorendo cambiamenti volontari nell'atteggiamento e nel comportamento. Il nostro cervello, infatti, può adattarsi a nuovi contesti e situazioni riorganizzandosi tramite modifiche strutturali e funzionali delle connessioni fra le popolazioni neuronali.

Si ritiene che tale capacità, nota come "plasticità neurale", sia il meccanismo fondamentale attraverso cui si riplasmano l'atteggiamento, le convinzioni e il comportamento, principalmente durante l'infanzia e l'adolescenza, ma anche in età adulta. Le modifiche del cervello si possono verificare su più livelli, a partire dall'attività sinaptica di un singolo neurone fino all'organizzazione su larga scala delle reti corticali. Come spiegato nel Capitolo 2 ("Memoria e apprendimento: come funzionano"), ogni esperienza della vita (dagli stimoli esterni/ambientali ai processi fisiologici come lo sviluppo e il sonno, dalle interazioni sociali alle esperienze psicologiche traumatiche) modifica il modo in cui funziona il cervello e, di conseguenza, determina i relativi cambiamenti a livello comportamentale. Ciò significa che, se gli eventi predeterminati o accidentali contribuiscono a "modellare" il nostro cervello e il comportamento, possiamo anche agire intenzionalmente in modo da modulare la plasticità del cervello e potenziarne il corretto funzionamento e il benessere.

The psychology and neuroscience of happiness

Comportamento
Serie di azioni compiute da individui, organismi, sistemi o entità artificiali in risposta a stimoli o input provenienti da sé stessi o dall'ambiente che li circonda.

Qualità della vita
La percezione soggettiva che un individuo ha della propria posizione nella vita nel contesto della cultura e del sistema di valori in cui vive e in relazione ai propri obiettivi (definizione dell'Organizzazione mondiale della sanità).

Salute
Uno stato di completo benessere fisico, psicologico e sociale, e non la mera assenza di malattia o di infermità (definizione dell'Organizzazione mondiale della sanità).

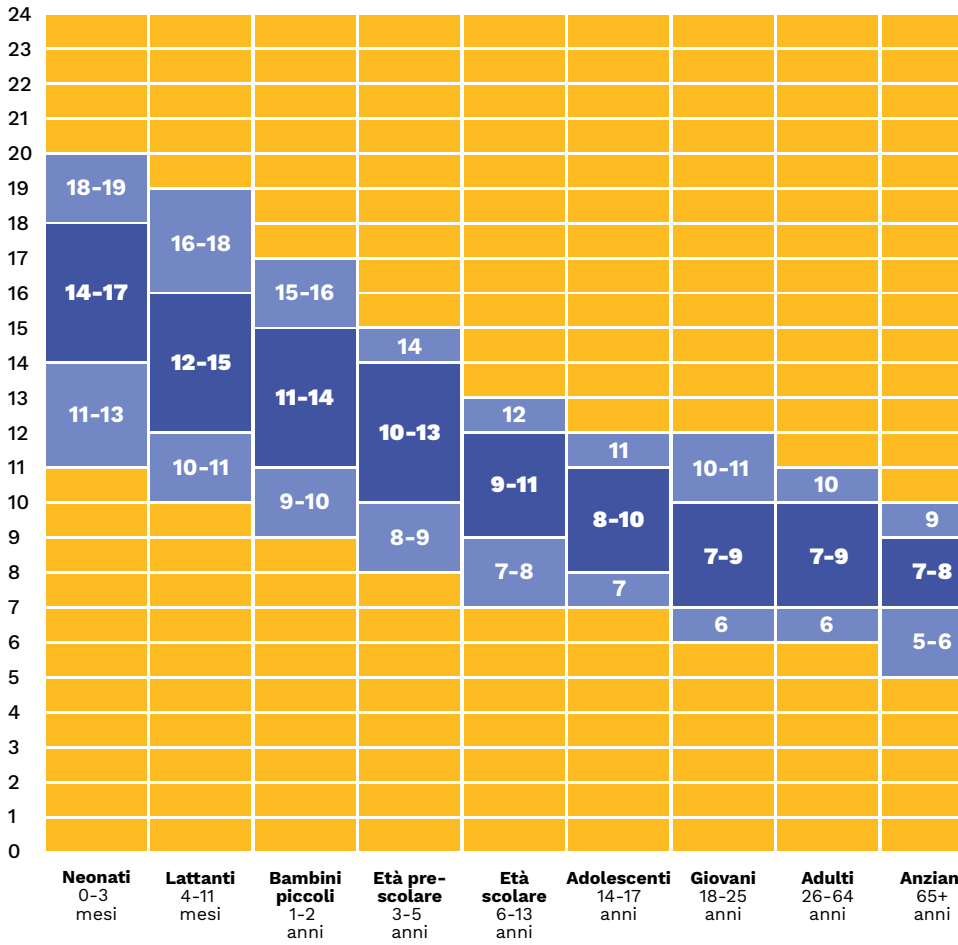
Carol Dweck
The power of
believing that
you can improve

«Con ogni probabilità, la più grande intuizione è che la felicità non è soltanto uno stato, ma anche un processo, un processo ininterrotto di sfide continue, e ci vogliono il giusto atteggiamento e le giuste attività per continuare ad essere felici»

Ed Diener, Professore di Psicologia

Possiamo cambiare le cose per rendere la vita più felice, a partire da tanti aspetti della nostra routine quotidiana: per esempio, dormire ogni notte la giusta quantità di ore aiuta a regolare meglio le emozioni e a rigenerare le capacità cognitive, mentre mangiare sano e fare regolare attività fisica bilancia il dispendio energetico, il rilascio di ormoni e il tono dell'umore.

Nella società moderna, il sonno è percepito spesso come una perdita di tempo: passiamo effettivamente circa un terzo della vita a dormire. Decenni di ricerche, però, hanno chiarito che dormire ogni notte la giusta quantità di ore è indispensabile per mantenere il funzionamento del cervello in condizioni di efficienza durante la veglia, e hanno dimostrato che il sonno ha molti effetti benefici sia per il corpo che per la mente. Al contrario, subire una restrizione o una privazione di sonno è associato a irritabilità, deterioramento cognitivo, confusione, emicrania, vuoti di memoria e compromissione del giudizio morale. La reiterata carenza di sonno può perfino comportare l'alterazione del funzionamento del sistema immunitario, l'aumento del rischio di diabete e di cardiopatie. Il sonno serve all'organismo umano per rinvigorirsi fisicamente, per risanarsi ed eliminare le sostanze di scarto accumulate nei periodi di attività. Studi recenti, ad esempio, hanno collegato il sonno all'eliminazione della proteina beta-amiloide, proteina presente nel cervello associata allo sviluppo della malattia di Alzheimer. Inoltre, numerose ricerche in ambito neuroscientifico hanno dimostrato che dormendo si consolidano nuovi ricordi e si prepara il cervello all'acquisizione di nuove informazioni grazie alla rimozione di connessioni neuronali ridondanti o non più utili.



Yuval Nir
How neuroscience redefines the borders between sleep and wakefulness

La necessità di sonno varia in funzione dell'età e può differire in base alle caratteristiche individuali. In generale, si parla di sonno adeguato in assenza di sonnolenza diurna o di altre disfunzioni.

Il corpo e la mente beneficiano entrambi enormemente del periodo di relativa incoscienza, immobilità e disconnessione dall'ambiente concesso dal sonno, ma anche durante la veglia, le pratiche di meditazione e le tecniche di rilassamento possono produrre effetti positivi sulle nostre condizioni fisiche e mentali. Per meditazione si intende in genere quella pratica in cui un individuo cambia il focus della propria attenzione per raggiungere uno stato di chiarezza mentale e calma emotiva.

Meditazione consapevole (mindfulness)
Tale approccio implica la focalizzazione sul momento presente e mira a sviluppare la capacità di prestare attenzione a sé stessi e al mondo.

Meditazione trascendentale
Tale approccio è basato sulla ripetizione silenziosa di un mantra e mira ad allontanare da sé l'ansia, favorendo l'armonia e l'autorealizzazione.

Si è visto che le pratiche di meditazione (ad esempio: mindfulness, loving-kindness o gentilezza amorevole, focus attenzionale, meditazione trascendentale) migliorano la qualità soggettiva della vita, riducendo lo stress e l'ansia e favorendo l'autoconsapevolezza, l'autostima e i rapporti sociali. Le indagini di neuroimaging hanno rivelato inoltre che tali effetti sono mediati da cambiamenti specifici nell'organizzazione funzionale e strutturale del cervello.

La ricerca psicologica e neuroscientifica ipotizza che le pratiche di meditazione abbiano effetti di piccola e media entità sull'empatia, la compassione e i comportamenti prosociali.

Sara Lazar
TED talk
"How meditation can reshape our brains"

Matthieu Ricard
The habits
of happiness

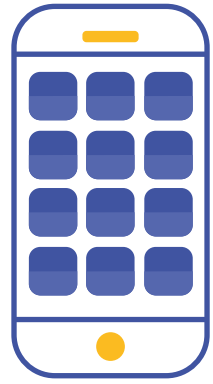
«La compassione è una delle poche cose che possiamo praticare in grado di portare alla nostra vita felicità immediata e a lungo termine»

Dalai Lama

Neurotrasmettitore
Sostanza chimica endogena che consente la trasmissione dei segnali da un neurone all'altro (attraverso la sinapsi).

In sostanza, l'aumento dell'autostima, dell'empatia e della cura dei rapporti prosociali innesca un circolo virtuoso nel cervello: le interazioni sociali positive inducono il rilascio di molecole (neurotrasmettitori) che agiscono da antidepressivi naturali, procurando una sensazione di gratificazione. Quindi, più si rafforzano i legami con gli altri e si attua un comportamento consapevole dal punto di vista emotivo, più il cervello si sente gratificato.

Negli ultimi anni, la ricerca in campo neuroscientifico ha aperto nuove opportunità e ha indicato approcci innovativi per migliorare il nostro benessere attraverso attività che permettono il rimodellamento funzionale e strutturale del cervello. Ne è un chiaro esempio la rapida diffusione di strumenti e applicazioni per computer e telefono volti ad analizzare i livelli di stress, l'andamento del sonno, l'assunzione di cibo e l'attività fisica, per aiutare le persone a cambiare attivamente il proprio stile di vita.



App per la meditazione
Permettono di solito all'utente di programmare le sedute di meditazione (spesso offrendo diverse opzioni in rapporto al momento della giornata e al luogo) e forniscono consigli e suggerimenti per ridurre i livelli di stress e ansia.
Esempi: HEADSPACE, The Mindfulness App, Calm, MINDBODY, Buddhify, Smiling Mind (also for children), Sattva, Stop, Breathe & Think.

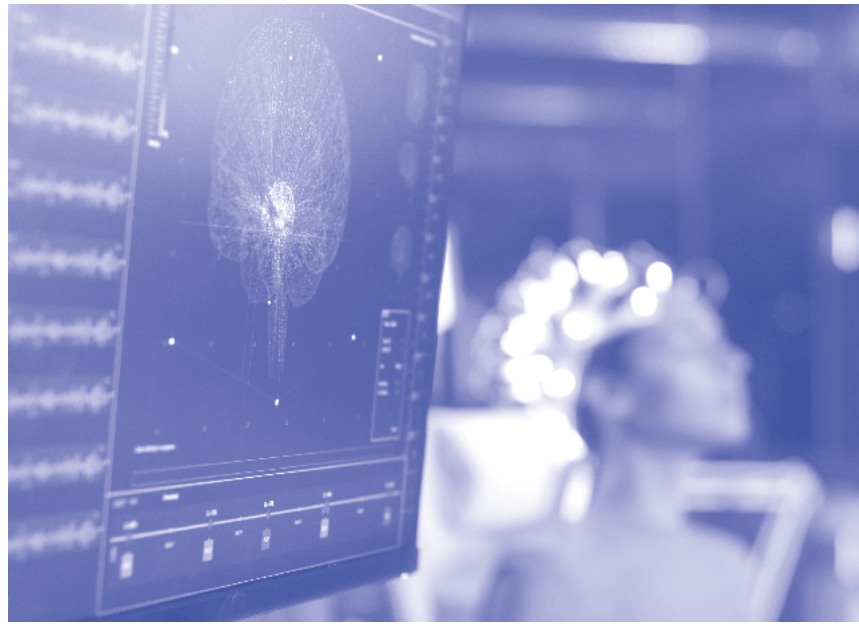
App per mangiare sano
Mettono a disposizione ricette, piani alimentari, suggerimenti culinari e liste della spesa per aiutare l'utente a cambiare o a mantenere abitudini alimentari salutari.
Esempi: Clean-Eating Plan and Recipes, Food Tripping, Fooducate.

App di fitness
Si tratta per lo più di strumenti di monitoraggio che consentono di registrare gli allenamenti, calcolare le calorie e raccogliere dati statistici su attività quali corsa, camminata e pedalata, per valutare il miglioramento nel corso del tempo. Alcune app di fitness fanno anche da coaching, mettendo l'utente in contatto con personal trainer e nutrizionisti.
Esempi: FIT radio, Endomondo, Strava, Jefit Workout, Lose it!

App per valutare e migliorare la qualità del sonno
Nella maggior parte dei casi, seguono e analizzano l'andamento del sonno dell'utente (per mezzo di un accelerometro e/o di un microfono integrato negli smartphone moderni). Possono essere utilizzate anche per adeguare la programmazione della sveglia, in modo da essere svegliati durante la fase di sonno relativamente leggero, per sentirsi maggiormente vigili al risveglio. Alcune forniscono informazioni su eventuali russamenti e apnee del sonno, permettendo di individuare situazioni che richiedono una valutazione clinica.
Esempi: Sleep Cycle, Sleep Time, Pillow, Digipill, Pzizz.

Neuro-scienze e bionica

Custodiamo gelosamente tutti i pensieri, i sogni e le intenzioni nella mente, o almeno così crediamo di fare. Che cosa succederebbe se una macchina potesse decodificare l'attività del cervello, capire ciò che percepiamo e pensiamo? Un simile scenario apparentemente futuristico potrebbe diventare reale abbastanza presto. Gli scienziati, infatti, stanno scavando sempre più a fondo nel groviglio di neuroni del nostro cervello e cominciano a ricostruire chiaramente determinati contenuti mentali a partire da una specifica impronta dell'attività cerebrale.



La “lettura del cervello” è possibile in quanto ogni esperienza è associata a un unico schema di attività cerebrale che funge da “impronta cerebrale” dell’esperienza stessa.

Si è constatato che la risonanza magnetica funzionale (fMRI) rappresenta uno strumento ottimale per “leggere” le percezioni, i pensieri e perfino i sogni direttamente dal cervello. Già nel 2005 è stato mostrato per la prima volta come l’analisi dei segnali della fMRI fornisca informazioni su ciò che percepiscono i volontari attraverso la vista nel momento in cui vengono raccolti i dati. E c’è di più: si è provato anche che lo stesso tipo di dati permette di prevedere quale particolare decisione prenderà il soggetto, o quale ricordo specifico cerca di recuperare. Un recente studio ha dimostrato che determinati algoritmi informatici potrebbero consentire di raggiungere una ricostruzione approssimativa di ciò che ricorda un soggetto usando le “immagini visive” durante la fase di veglia, nonché di ciò che sogna nelle prime fasi del sonno. Gli studi neuroscientifici hanno dimostratoche a differenti contenuti di coscienza si associano diversi modelli di attività cerebrale, il che conduce a una distribuzione specifica di attività fra le distinte aree del cervello impegnate nell’elaborazione di particolari aspetti dell’esperienza (quali forma, colore, consistenza, nome, fruibilità, ecc.).

John-Dylan Haynes
TED talk:
“Mind reading with brain scanners”

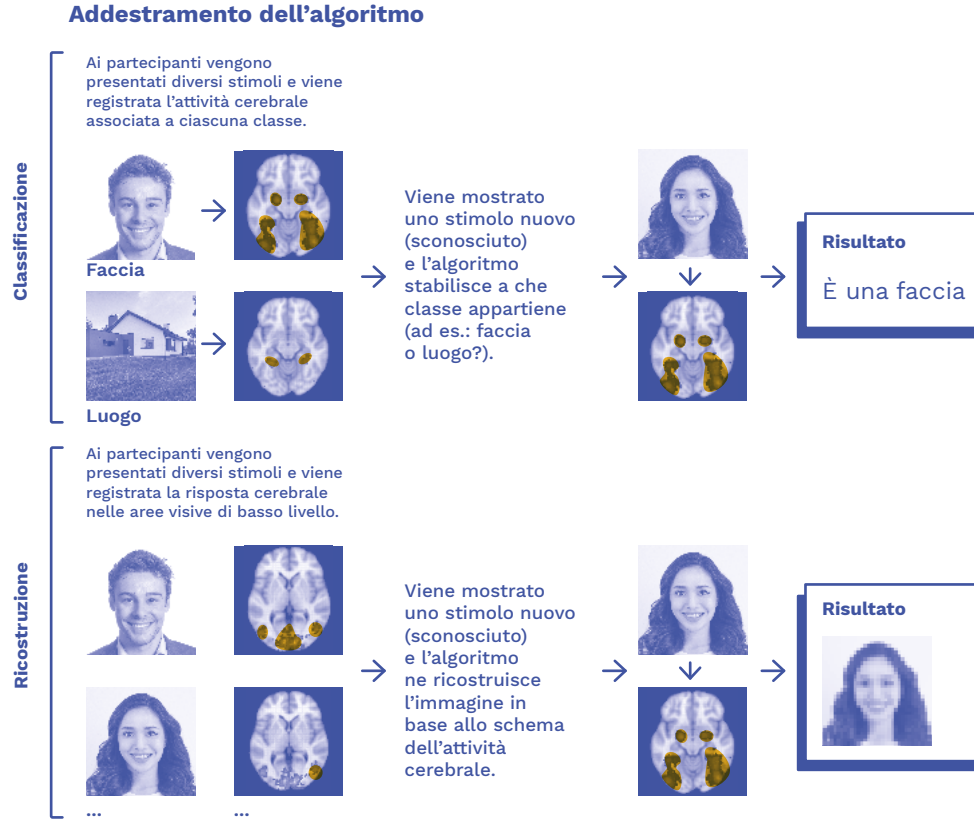
La maggior parte degli approcci alla "lettura del cervello" prevede due fasi. Nella prima vengono presentati al partecipante diversi stimoli (o gli viene chiesto di immaginarli) e viene identificato lo schema specifico di attività associato a ogni stimolo. Nella seconda si "addestra" un algoritmo informatico a effettuare tali associazioni, per renderlo capace di riconoscere quando uno stimolo viene percepito mediante la semplice ricezione di informazioni su quanto si verifica nel cervello in uno specifico momento. Più informazioni riceve l'algoritmo, più preciso sarà nella classificazione.
In linea di principio, tale approccio non è diverso da quello comunemente impiegato per le applicazioni informatiche basate sul riconoscimento vocale e dei comandi (come nel caso di Siri e Google Assistant): tutti questi algoritmi vanno addestrati a fare il loro lavoro nel modo giusto, ovvero ad associare ogni comando al relativo output.

La precisione delle tecniche di lettura del cervello aumenta di pari passo con il miglioramento della qualità dei dati e la complessità degli algoritmi di decodifica.

I cosiddetti modelli di "lettura del cervello" possono essere impiegati per ottenere diversi tipi di risultati. Nella semplice "classificazione" lo schema dell'attività cerebrale viene utilizzato per determinare il tipo o la classe particolare da cui si è tratto lo stimolo (per esempio per capire se il partecipante ha visto una scarpa o una bottiglia).

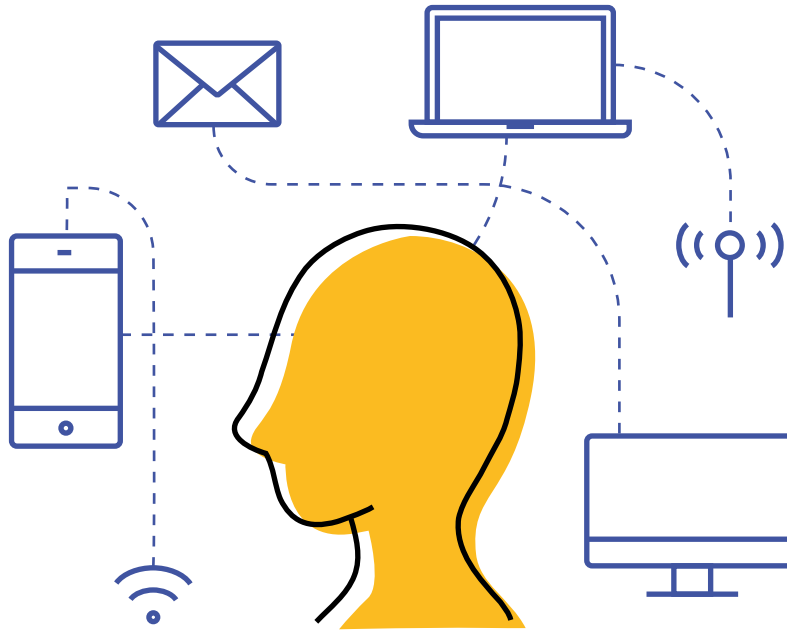
Nei modelli di “ricostruzione”, l’obiettivo della “lettura del cervello” è ricostruire l’immagine che è stata presentata (o il suono, ecc.). Quindi, i “modelli di ricostruzione” cercano in pratica di invertire il flusso delle informazioni, nel tentativo di ricreare artificialmente esperienze percettive di cui in precedenza siano stati individuati i relativi schemi di attività cerebrale. In questi casi, “l’algoritmo di traslazione” rappresenta il nucleo centrale del processo di decodifica. All’algoritmo viene fornito un congruo numero di registrazioni (esempi), affinché apprenda automaticamente a estrarre esempi salienti e a distinguerli in maniera efficiente.
La precisione di tali “ricostruzioni” è ancora relativamente scarsa, seppur già sufficiente per dare a un osservatore esterno un’idea generale di ciò che percepisce o immagina il soggetto.

Immagini dei cerveli create con neurosynth.org



Mentre i modelli che sfruttano la fMRI prevedono l'impiego di grandi macchinari e lunghi periodi di registrazione, altri segnali elettrofisiologici, quali l'attività intracorticale o elettroencefalografica (EEG), sono in grado di fornire informazioni preziose sul mondo interiore del soggetto quasi in tempo reale. Molti dispositivi per l'EEG sono sistemi leggeri e indossabili che possono essere usati per registrare le rapide variazioni dell'attività cerebrale in un'ampia gamma di condizioni, perfino durante l'attività in movimento. Sebbene l'uso di tali strumenti al di fuori del contesto di un laboratorio neuroscientifico strettamente controllato avvenga a scapito della precisione e dell'accuratezza (principalmente perché i segnali registrati sono più variabili e disturbati), esiste anche la possibilità di creare sistemi di lettura del cervello potenzialmente sfruttabili nella vita reale, in condizioni naturali.

Ogni algoritmo di lettura del cervello impara a leggere solo l'attività cerebrale di un utente o di un gruppo di utenti specifici. È improbabile che a breve si riesca a sviluppare una 'macchina di lettura del pensiero universale'.



Le tecniche di lettura del cervello potrebbero permettere di scoprire i pensieri di un individuo o di prevederne le intenzioni; per questo sono state presentate come strumenti per rilevare le menzogne, sollevando notevoli questioni etiche relative alla privacy, alla sicurezza dei dati e al controllo della qualità. Da un punto di vista diverso e più importante, i dispositivi per la lettura del cervello potrebbero permettere all'utente di interagire in maniera diretta e continuativa con altri dispositivi (quali computer e protesi), controllandoli e modificandone il funzionamento senza dover impartire comandi vocali né gestuali manifesti. Tale tipo di applicazione è comunemente noto come "Brain-computer interface" (BCI) o interfaccia neurale.

Greg Gage
How to control someone else's arm with your brain

Lettura del cervello
Decodificazione dell'esperienza conscia di una persona per mezzo di misurazioni non invasive della sua attività cerebrale.

Brain–computer interface (interfaccia neurale)
Sistema che consente la comunicazione diretta tra il cervello umano e un dispositivo esterno.

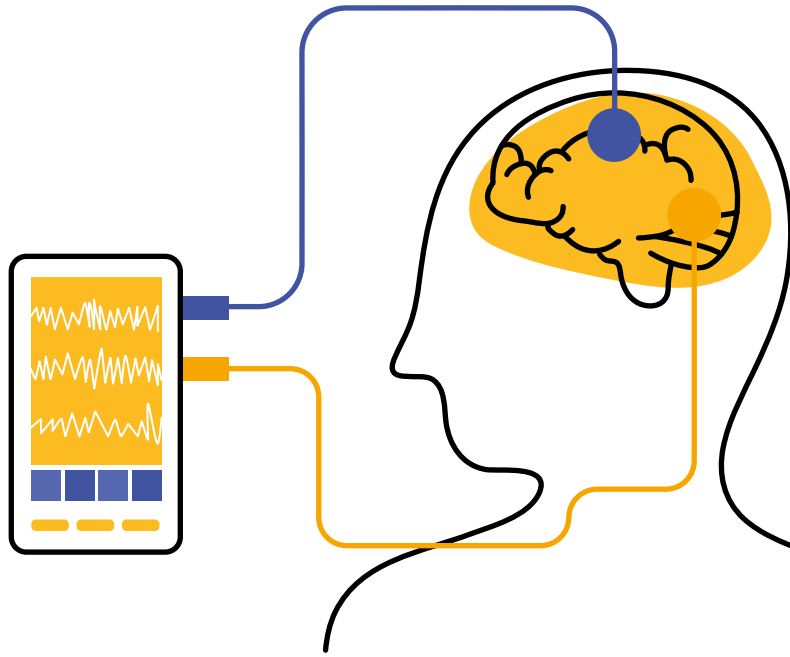
Christopher deCharms
TED talk:
"A look inside the brain in real time"

Il primo campo di applicazione potenziale della BCI riguarda il reintegro dell'udito, della vista, degli effettori e dei movimenti danneggiati. Il potere intrinseco di questo approccio è evidente: la BCI fornisce un nuovo canale di comunicazione diretto tra il cervello e i dispositivi, che aggira strutture eventualmente compromesse o mancanti.
Quindi, ad esempio, si potrebbe usare un dispositivo BCI in caso di amputazione, o di pazienti con deficit neuromuscolari, per controllare arti o mani artificiali. Un altro esempio proviene dall'applicazione di forme più invasive di BCI nel trattamento della cecità non congenita (acquisita): in tal caso vengono integrate delle videocamere sugli occhiali che inviano segnali a un impianto collocato nella corteccia visiva in grado di generare flash luminosi (fosfeni) coerenti. Grazie alla notevole plasticità del cervello umano, dopo un adeguato periodo di addestramento/riabilitazione, i segnali delle protesi impiantate cominciano a essere gestiti dal cervello quasi come i canali naturali di un sensore o di un effettore. Anche i soggetti sani potrebbero utilizzare questi approcci. Per esempio, i dispositivi di sostituzione sensoriale che impiegano impianti cerebrali diretti potrebbero servire a percepire stimoli di norma non elaborati dal cervello umano (come quelli termici) e si potrebbero usare componenti del corpo artificiali, quali braccia e dita supplementari, per manipolare oggetti altrimenti troppo grandi o pesanti per un normale essere umano.

BCI invasive
Le BCI invasive si impiantano direttamente nel cervello (nella materia grigia), in contesto neurochirurgico, e producono un segnale di alta qualità, ma possono portare a risposte immunitarie con formazione di cicatrici e conseguente indebolimento del segnale.

BCI non invasive
Dispositivi basati, in genere, sull'EEG; sono facilmente indossabili e non richiedono chirurgia, ma garantiscono un livello di precisione inferiore rispetto a quelli invasivi.

Se la principale applicazione delle BCI ricade nell'ambito clinico, negli ultimi anni sono state proposte altre applicazioni interessanti dal punto di vista commerciale. Le applicazioni basate sulle BCI rendono possibile utilizzare il nostro cervello per controllare oggetti inanimati, quali cursori, droni o braccia robotiche. I prodotti BCI in commercio prevedono, in genere, l'applicazione di uno o più elettrodi per EEG sulla fronte o su altri punti del cuoio capelluto. Il tipo di informazioni che possono essere ricavate da tali dispositivi portatili a basso costo è abbastanza approssimativo: è possibile distinguere se un soggetto sia più rilassato/calmo o vigile/agitato, così come modificare volontariamente lo stato di attività del cervello tramite modifiche dei relativi livelli di rilassamento o concentrazione, a partire da poche opzioni possibili (di solito due, ad esempio: spostare una palla avanti e indietro), al fine di ottenere un risultato specifico. Sebbene le BCI al momento disponibili sul mercato siano piuttosto semplici e prevedano soltanto una serie molto limitata di applicazioni, esse offrono tuttavia un primo esempio interessante delle possibilità innovative che si potrebbero aprire nei prossimi anni grazie ai progressi scientifici e tecnologici.



Ad esempio, Emotiv offre diversi dispositivi per la registrazione EEG, che comprendono fino a 14 elettrodi e un software per l'interazione cervello-computer, nonché un'app che permette di controllare un piccolo drone attraverso la modulazione dell'attività cerebrale. Neurosky, analogamente, mette a disposizione una semplice cuffia per EEG e diversi giochi in cui si possono ottenere risultati specifici variando intenzionalmente il tipo di attività cerebrale tramite modifiche dei relativi livelli di rilassamento o concentrazione.
Altri dispositivi simili si potrebbero usare per monitorare l'attività cerebrale durante il sonno e perfino per riconoscere la specifica fase di sonno, aiutando l'utente a entrare in uno stato, chiamato sogno lucido, in cui è possibile manipolare intenzionalmente i propri sogni.

paradromics.com

Paradromics video
Paradromics is building the next-generation of brain-machine interfaces

Paradromics

Paradromics is developing high-volume bidirectional data streaming capabilities between brains and computers. These interface technologies will initially be used to help physically disabled patients reconnect with the outside world, with infinite possibilities beyond: an entire ecosystem of digital devices and online services would be available to compensate for a patient's loss of biological connectivity. A blind person could see through the aid of a digital camera. A paralyzed person could order groceries, receive them at the door, and then invite a friend for dinner, all without moving a muscle.
At present the company is working on Argo, a prototype of massively–parallel neural recordings system, featuring at present 65,536 channels.

Paradromics

Total Funding $9 Mln

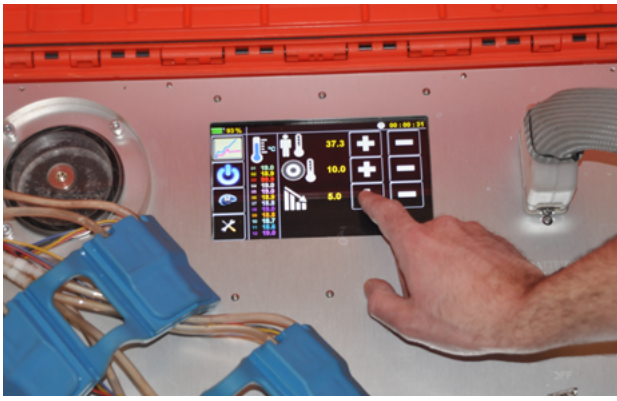
Last Round $7.14 Mln
March 2018
Seed VC

neuronguard.com

Neuron Guard

Neuron Guard has developed a targeted temperature management system composed by a therapeutic collar powered by a smart control unit (the size of a small briefcase). The collar transforms the neck into a natural heat exchanger exploiting several physiological and anatomical characteristics of the human body. It is quicker to act on brain tissue but can also function as total body temperature adjusting device if required. A disposable protective shield makes cleaning the collar after each use simple while featuring an optimal safety profile both in term of pathogens and allergens. The control unit collects all the data of the treatment. The mission is to improve the safety of patients on the roadside, at home or in the workplace, and to reduce the costs of chronic care. In fact, Neuron Guard aims to be the only device that can be used in every circumstance, inside and outside the hospital, and allow the user to fully manage the temperature of the patient warming and cooling as necessary. The vision is to have a Neuron Guard kit in every public place just like the Automatic External Defibrillator (AED) to empower bystanders to immediately react in case of emergency. Under this perspective the device will become the AED for the brain: a connected-intelligent platform that takes care of the patient, connects the scene with the Emergency Response System transmitting vital data to improve the readiness and effectiveness of professional intervention.

Neuron Guard



Total Funding *$1.4 Mln*

Last Round *€656 k by private investors 2015*

mindmaze.com

MindMotion Go

Mindmaze

MindMaze builds intuitive human machine interfaces through its neuro-inspired computing platform; its innovations are at the intersection of neuroscience, mixed reality and artificial intelligence.
MindMotion systems provide a portfolio of motivating gamified activities built on evidence based neurorehabilitation principles, designed to enhance a patient's recovery potential.
Mindmotion Pro focuses on increasing early upper limb rehab dose and intensity; Mindmotion Go aims to motivate patients in their daily rehab.

mindmaze

Total Funding $218 Mln

Last Round $100 Mln Undisclosed April 2018 Strategic Investors

dreem.com

Journey
A night with the Dreem headband

Dreem
The Science of Better Sleep

Dreem

Dreem is a neurotechnology company that uses neuroscience fundamentals to enhance human potential by researching, monitoring, and understanding the brain.
With its first product, Dreem, they are introducing the first active wearable device that monitors brain activity (EEG), and stimulates the brain with sound to increase the quality of deep sleep. Five precise EEG sensors discreetly monitor the brain waves, while others track movement, heart rate, and respiration. All working together to deliver a comprehensive understanding of the sleep.
The Dreem headband works in tandem with an equally intuitive application. Simple yet insightful, it allows everybody to customize every aspect of the Dreem headband: features to activate, volume, wake-up time, alarm sounds, and more. It also helps to fully understand each one sleep and adjust the lifestyle to improve it even further.
Dreem was founded in 2014 and is based in Paris and San Francisco.

DREEM

Total Funding $57.5 Mln

Last Round $35 Mln June 2018 Series B

INTERVISTA

Carlo Miniussi
Director of Center for Mind/ Brain Sciences – CIMeC, University of Trento, Rovereto TN Italy

Quali sono gli strumenti a disposizione dei neuroscienziati per stimolare e sondare il cervello umano?

Negli ultimi anni si è assistito all'aumento esponenziale degli studi che ricorrono alla stimolazione cerebrale transcranica per ottenere, in maniera non invasiva, informazioni sui substrati neurali che stanno alla base del comportamento normale e di quello patologico.
Tale tipo di stimolazione comprende vari metodi, che si possono suddividere in due categorie principali: stimolazione magnetica transcranica (TMS) e stimolazione elettrica transcranica (TES).
La TMS è principalmente un metodo di neurostimolazione, che prevede l'induzione della depolarizzazione delle membrane neuronali e l'avvio di potenziali d'azione nell'area stimolata dall'induzione elettromagnetica. Per ottenere l'effetto occorrono macchinari ingombranti e costosi.
La TES è sostanzialmente un metodo di neuromodulazione, che utilizza un dispositivo più piccolo e meno caro. Si tratta di una stimolazione elettrica di intensità molto bassa, che induce un cambiamento di stato nel potenziale di membrana, alterando in tal modo i flussi ionici. L'alterazione può comportare l'iperpolarizzazione o la depolarizzazione dei neuroni.

Che tipo di informazioni si possono ricavare dall'uso di tali strumenti?

L'introduzione dei metodi descritti ha rappresentato un'importante svolta nel percorso verso la comprensione

del luogo e del momento in cui si attivano nel cervello determinate funzioni, nonché dei meccanismi che sottostanno alle funzioni motorie, percettive e cognitive. Molti studi hanno dimostrato che la TMS e la TES interagiscono con l'attività cerebrale e con le capacità sensoriali, motorie e cognitive di ordine più elevato correlate a tale attività, offrendo l'opportunità di metterne alla prova il funzionamento e di modificarlo. L'importanza della stimolazione cerebrale transcranica quale strumento neuroscientifico deriva principalmente dal fatto che tale pratica è in grado di influire transitoriamente sulla funzione dell'area corticale presa in considerazione, testando così direttamente la funzionalità dell'area stimolata attraverso un approccio causale.

Si possono indurre modifiche strutturali e funzionali nel cervello umano mediante l'utilizzo di strumenti di stimolazione cerebrale?

Tutti i metodi descritti implicano modifiche nell'attività elettrica dei neuroni, attività che, a sua volta, si ripercuote sull'efficienza sinaptica degli stessi. Il fatto che sia TMS sia TES riescano a regolare l'efficienza sinaptica significa che sono in grado di modulare anche la plasticità cerebrale e, di conseguenza, influiscono sul comportamento, il che schiude nuovi orizzonti nel trattamento delle patologie concernenti i circuiti e la plasticità cerebrale.
Quando si impiega la stimolazione cerebrale transcranica per potenziare la cognizione di normali individui, i risultati rimangono confinati soltanto ai piccoli miglioramenti temporanei ottenuti in laboratorio, che sono essenziali

per stabilire il ruolo di un'area cerebrale in una determinata prova sperimentale, ma di certo non migliorano la funzionalità nei soggetti sani. A tal proposito, uno studio ha ipotizzato che usare la tDCS per "potenziare" certe funzioni potrebbe comprometterne temporaneamente altre. In un contesto normale si potrebbe proporre un modello a somma zero, sostenendo che ogni miglioramento nel funzionamento cognitivo è necessariamente accompagnato da una perdita in qualche altro ambito. Totalmente diverso è l'approccio in condizioni patologiche.

Quali sono le possibili implicazioni di tali approcci per le condizioni patologiche? Si può utilizzare la stimolazione cerebrale per migliorare o accelerare il recupero di danni cerebrali?

La possibilità di interagire in maniera non invasiva con il funzionamento del cervello e i suoi meccanismi di plasticità apre nuovi scenari entusiasmanti nel campo della neuroriabilitazione. L'elemento chiave è stato fornito da studi che hanno dimostrato che l'uso ripetuto (per giorni) di TMS e TES interagisce con l'attività corticale in maniera più efficace rispetto alle singole applicazioni. Tali meccanismi vengono generalmente espressi come una forma di plasticità funzionale, che possiede un grande potenziale per il superamento dei deficit del sistema nervoso centrale. Pertanto, nuove applicazioni hanno cominciato a valutare i potenziali benefici di tali metodi come strumenti coadiuvanti nel trattamento di disturbi psichiatrici e neurologici.
Si dovrebbe anche tener conto del fatto che la possibilità di alterare le funzioni cerebrali con TMS e TES, valutandole al contempo attraverso il neuroimaging, è essenziale per capire se e come TMS e TES influiscono sulle funzioni

senso-motorie, cognitive e affettive. Si tratta di un aspetto importante, in quanto tali modifiche plastiche nelle aree prese in considerazione potrebbero anche indurre una complessa alterazione estesa alla connettività funzionale globale e all'efficienza della rete. Di conseguenza, registrare l'attività cerebrale con la fMRI o l'EEG nel corso dei protocolli di induzione di plasticità con TMS/TES permette di valutare in che modo agiscano gli effetti delle stimolazioni a livello di rete; elemento importante perché, mediante l'uso di tali strumenti, possiamo stabilire, in vivo, le conseguenze neurofisiologiche di una determinata manipolazione terapeutica.

GLOSSARIO APPROFONDIMENTI: SALUTE

3

BCI invasive
Le BCI invasive si impiantano direttamente nel cervello (nella materia grigia), in contesto neurochirurgico, e producono un segnale di alta qualità, ma possono portare a risposte immunitarie con formazione di cicatrici e conseguente indebolimento del segnale.

BCI non invasive
Dispositivi basati, in genere, sull'EEG; sono facilmente indossabili e non richiedono chirurgia, ma garantiscono un livello di precisione inferiore rispetto a quelli invasivi.

Brain–computer interface (interfaccia neurale)
Sistema che consente la comunicazione diretta tra il cervello umano e un dispositivo esterno.

Comportamento
Serie di azioni compiute da individui, organismi, sistemi o entità artificiali in risposta a stimoli o input provenienti da sé stessi o dall'ambiente che li circonda.

Lettura del cervello
Decodificazione dell'esperienza conscia di una persona per mezzo di misurazioni non invasive della sua attività cerebrale.

Meditazione consapevole (mindfulness)
Tale approccio implica la focalizzazione sul momento presente e mira a sviluppare la capacità di prestare attenzione a sé stessi e al mondo.

Meditazione trascendentale
Tale approccio è basato sulla ripetizione silenziosa di un mantra e mira ad allontanare da sé l'ansia, favorendo l'armonia e l'autorealizzazione.

Neurotrasmettitore
Sostanza chimica endogena che consente la trasmissione dei segnali

GLOSSARIO APPROFONDIMENTI: SALUTE

3

da un neurone all'altro (attraverso la sinapsi).

Qualità della vita
La percezione soggettiva che un individuo ha della propria posizione nella vita nel contesto della cultura e del sistema di valori in cui vive e in relazione ai propri obiettivi (definizione dell'Organizzazione mondiale della sanità).

Salute
Uno stato di completo benessere fisico, psicologico e sociale, e non la mera assenza di malattia o di infermità (definizione dell'Organizzazione mondiale della sanità).

Bibliografia

Seligman, M.E. and Csikszentmihalyi, M., 2014. *Positive psychology: An introduction. In Flow and the foundations of positive psychology* (pp. 279-298). Springer Netherlands.

Tononi, G. and Cirelli, C., 2014. *Sleep and the price of plasticity: from synaptic and cellular homeostasis to memory consolidation and integration*. Neuron, 81(1), pp.12-34.

Fox, K.C., Nijeboer, S., Dixon, M.L., Floman, J.L., Ellamil, M., Rumak, S.P., Sedlmeier, P. and Christoff, K., 2014. *Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners*. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 43, pp.48-73.

Fox, K.C., Dixon, M.L., Nijeboer, S., Girn, M., Floman, J.L., Lifshitz, M., Ellamil, M., Sedlmeier, P. and Christoff, K., 2016. *Functional neuroanatomy of meditation: A review and meta-analysis of 78 functional neuroimaging investigations*. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 65, pp.208-228.

Lieberman, M.D., Eisenberger, N.I., Crockett, M.J., Tom, S.M., Pfeifer, J.H. and Way, B.M., 2007. *Putting feelings into words*. Psychological science, 18(5), pp.421-428.

Kamitani, Y. and Tong, F., 2005. *Decoding the visual and subjective contents of the human brain*. Nature neuroscience, 8(5), p.679.

Naselaris, T., Prenger, R.J., Kay, K.N., Oliver, M. and Gallant, J.L., 2009. *Bayesian reconstruction of natural images from human brain activity*. Neuron, 63(6), pp.902-915.

Horikawa, T., Tamaki, M., Miyawaki, Y. and Kamitani, Y., 2013. Neural decoding of visual imagery during sleep. Science, 340(6132), pp.639-642.

Ortiz-Rosario, A. and Adeli, H., 2013. *Brain-computer interface technologies: from signal to action*. Reviews in the Neurosciences, 24(5), pp.537-552.

Sitografia

https://www.youtube.com/watch?1=&v=6Gpxjeq2CJ8
https://www.youtube.com/watch?v=_X0mgOOSpLU&index
https://www.youtube.com/watch?v=rKi_7hLRfoY
https://www.youtube.com/watch?v=m8rRzTtP7Tc
https://www.youtube.com/watch?v=vbLEf4HR74E&t
https://www.youtube.com/watch?v=mMDuakmEEV4
https://www.youtube.com/watch?v=rSQNi5sAwuc

04

Approfondimenti: **Arte e Creatività**

Arte e Neuroscienze: come il cervello apprezza la bellezza

Attività umane che, a prima vista, potrebbero apparire distanti l'una dall'altra, hanno spesso in comune una radice nascosta. È certamente il caso di arte e neuroscienze, che in definitiva mirano entrambe a scoprire la natura interiore della nostra realtà percettiva, seguendo rispettivamente un approccio creativo e intimo e uno scientifico e oggettivo. Negli ultimi dieci anni, ricercatori e artisti hanno cominciato a collaborare per rispondere ai quesiti fondamentali comuni ai due campi: Perché percepiamo ciò che percepiamo? Perché ci sentiamo in un determinato modo quando percepiamo qualcosa come un'opera d'arte? Il "dialogo" tra le due discipline è conosciuto con il nome di "Neuroestetica".

La Neuroestetica sperimentale sfrutta i protocolli neuroscientifici per studiare in maniera sistematica le reazioni neurologiche e neurofisiologiche alle opere d'arte e le esperienze artistiche negli esseri umani, e cerca inoltre di spiegare le ragioni evolutive di tale legame.

Estetica sperimentale
Studio delle percezioni estetiche dell'arte, della musica e di qualsiasi oggetto che possa dar luogo a giudizi estetici.

Neuroestetica
Studio delle basi neurali della creazione e della contemplazione delle opere d'arte.

Un artista può essere considerato, in un certo senso, un neuroscienziato che utilizza gli strumenti dell'arte per esplorare le potenzialità del cervello umano.

L'obiettivo principale nell'ambito della neuroestetica è la comprensione e l'individuazione delle strutture neurobiologiche che scatenano emozioni quando un artista crea un'opera d'arte o uno spettatore la ammira (apprezzamento estetico). Sebbene parte della ricerca sia focalizzata anche sulla produzione e il gradimento musicale e, di conseguenza, sul rapporto tra percezione uditiva ed emozione, l'attenzione maggiore è stata riservata allo studio dell'arte visiva, poiché la vista è considerata la modalità sensoriale più importante negli esseri umani ed è diventata la forma percettiva più studiata in neuroestetica e nell'intero ambito neuroscientifico. Alcune delle teorie maggiormente condivise sull'apprezzamento estetico, infatti, si basano direttamente sulle ipotesi attuali riguardo all'organizzazione del sistema visivo, che è di tipo gerarchico (cioè le informazioni visive vengono trasferite dalle regioni che elaborano aspetti semplici di un'immagine alle aree che si occupano degli aspetti più complessi e astratti) e distribuito (il che significa che differenti aree del cervello elaborano principalmente aspetti specifici di un'immagine, quali forma, colore, movimento, ecc.).

Semir Zeki, uno dei pionieri sia nell'ambito delle neuroscienze visive sia in quello della neuroestetica, sostiene che le opere artistiche esplorano i tanti modi diversi in cui è possibile rappresentare lo stesso oggetto, basandosi sulla capacità del cervello di abbinare ciò che vediamo con rappresentazioni interiori più astratte. Potrebbe essere proprio la capacità di astrazione a permettere al cervello di apprezzare forme di rappresentazione artistica distanti dagli oggetti e dalle forme reali e a fornire una base neurale per gli strumenti primari degli artisti visivi: linee, forme e colori. La teoria di Zeki si spinge inoltre a spiegare l'esistenza di un gran numero di stili differenti, ipotizzando che i diversi stili puntino a regioni corticali differenti all'interno della gerarchia visiva. In definitiva, l'arte potrebbe essere vista come una finestra sulla molteplicità delle rappresentazioni interiori incorporate nel cervello umano.

Semir Zeki
TED talk:
"the neurobiology of beauty"

Ad ogni modo, quando apprezziamo un'opera d'arte le aree visive del cervello (o quelle uditive, nel caso della musica) non sono le uniche aree cerebrali coinvolte. Gli studi di neuroimaging sugli esseri umani hanno evidenziato che la visione di un dipinto attiva non solo le regioni visive, che elaborano gli elementi visivi (quali luminosità, colore e movimento) e danno un senso alle persone, agli oggetti e ai paesaggi, ma anche altri tre importanti componenti: una parte del sistema motorio (noto come sistema specchio), la rete delle aree cerebrali che modulano le emozioni e la gratificazione e alcuni centri di ordine superiore il cui coinvolgimento contribuisce a far apprezzare le strategie compositive e gli stili artistici individuali.

→
L'esperienza estetica scaturisce dalle interazioni fra il sistema senso-motorio, il sistema emotivo-valutativo e il sistema della conoscenza e del significato. Modificato da Chatterjee & Vartanian, TICS 2014

Un ulteriore stimolo per la ricerca neuroestetica è arrivato con la scoperta, negli esseri umani, del cosiddetto "sistema specchio", una serie di aree cerebrali che si attivano sia quando compiamo un'azione sia quando osserviamo la medesima azione compiuta da qualcun altro. Si è ipotizzato che tale sistema funga da mediatore della comprensione da parte nostra degli scopi e delle intenzioni degli altri individui. I ricercatori hanno fatto una scoperta interessante: non è sempre necessaria un'azione esplicita per innescare un'attività nel sistema specchio, poiché la stessa attività può essere osservata anche quando l'azione rimane implicita, come nelle immagini statiche. In base a tale osservazione, i ricercatori hanno ipotizzato che una forma di "riconoscimento dell'azione incarnata" si possa estendere anche alle rappresentazioni statiche offerte da dipinti e sculture. Secondo l'ipotesi dell'Embodied Cognition (Cognizione Incarnata), il meccanismo del sistema specchio costituisce la chiave per "simulare" in senso letterale i sentimenti, le intenzioni e le azioni degli altri individui, che echeggiano nel nostro cervello.

Pertanto, gli atteggiamenti, le azioni e i propositi dei corpi rappresentati nei dipinti e nelle sculture vengono simulati internamente dal sistema specchio e di conseguenza evocano una risposta estetica "enfatica". Si è ipotizzato che lo stesso principio sia applicabile alle azioni implicite in cui l'attore non è nemmeno presente, come nel caso dei "tagli" di Fontana o dei pattern tipici dei capolavori di Pollock.

Il sistema dei neuroni specchio potrebbe essere coinvolto nell'apprezzamento artistico tramite un meccanismo di "Embodied Cognition" che permette la simulazione diretta nel nostro cervello di azioni ed emozioni vissute da altri.

È significativo che l'idea dell'Embodied Cognition sia stata estesa, oltre alle forme d'arte pittoriche e scultoree, alla progettazione architettonica. Si pensa, infatti, che l'uso di particolari materiali e disegni consenta di creare un rapporto profondo tra l'individuo e l'oggetto o l'ambiente. Potenzialmente, l'applicazione di tale idea al contesto lavorativo potrebbe aiutare i dipendenti a sentirsi maggiormente coinvolti in ciò che li circonda. Negli ultimi dieci anni, questa linea di ricerca, che si estende dal piccolo ambiente domestico o lavorativo a intere città, ha attratto un crescente interesse per via dei possibili effetti benefici di specifiche strategie progettuali nella riduzione dei livelli di

VS Ramachandran
The neurons that shaped civilization

stress e nel miglioramento del benessere mentale. Infatti i dati disponibili indicherebbero che il cervello possa beneficiare del giusto equilibrio tra la stimolazione multisensoriale, che aumenta i livelli di attivazione (arousal), e ambienti più rilassanti (come i paesaggi naturali), che possono aiutare a superare lo stress.

Le aree cerebrali coinvolte nelle reazioni emotive alle opere d'arte sono le stesse che mediano il giudizio sugli oggetti importanti dal punto di vista evolutivo (ovvero, quegli oggetti che forniscono un vantaggio a livello di sopravvivenza nell'ambiente naturale). Tali regioni comprendono, fra le altre, l'insula anteriore e la corteccia orbitofrontale, che si è scoperto essere attivate quando, ad esempio, valutiamo l'appetibilità di un particolare cibo o l'attrattiva di un potenziale partner. Tali risultati indicano che il cervello sarebbe dotato di un sistema estetico generale che determina quale attrattiva abbia per noi un oggetto. Da un punto di vista evolutivo, quindi, la capacità di apprezzare opere d'arte, quali dipinti e musica, sembra dipendere dai meccanismi cerebrali (ovvero da aree specifiche e reti funzionali) che si sarebbero evoluti originariamente grazie alla valutazione di oggetti di rilevanza biologica. In considerazione di ciò, l'elaborazione estetica corrisponderebbe essenzialmente alla stima del valore delle cose, ossia alla capacità di valutare se siano "buone" o "nocive" per l'osservatore. Analoghi meccanismi funzionali del cervello potrebbero, quindi, essere applicabili alla valutazione di un'ampia gamma di oggetti o condizioni, dal cibo ai possibili partner, dalle opere d'arte alle interazioni sociali. Il "piacere", infatti, può essere considerato come il meccanismo comune utilizzato dal cervello per dirci che una cosa è buona per noi e che dovremmo cercare di provarla ancora.

Infine, come fa il cervello a riconoscere (e magari apprezzare) una tela di Kandinsky in mezzo a tante? Le culture e le epoche influiscono sul gradimento? Come moduliamo le nostre aspettative nei confronti di un Van Gogh? E perché siamo più coinvolti quando conosciamo la storia di un'opera d'arte? Tali aspetti sono fra gli elementi meno conosciuti delle esperienze

estetiche, ma sembrano ampiamente distribuiti all'interno del cervello e coinvolgono aree generalmente utilizzate per la memoria (autobiografica), l'attenzione, la competenza, la mentalizzazione e molte altre funzioni mentali.

I ricercatori hanno ipotizzato che le scoperte nel campo della neuroestetica possano essere utilizzate per migliorare enormemente l'esperienza soggettiva delle opere d'arte nei musei. Nell'allestimento delle mostre, infatti, dovrebbe esserci un sottile equilibrio tra il tentativo di sorprendere il visitatore e la necessità di aiutarlo a dare un senso al contenuto. Attraverso la comprensione di come i visitatori osservano veramente l'arte, i ricercatori sperano di rendere le opere nei musei più facilmente fruibili e apprezzabili.

A tal fine, si è cominciato a indagare non soltanto sulle reazioni indotte da una singola opera d'arte, ma anche sulle esperienze associate alle visite in veri musei, e i curatori di molti musei moderni si affidano sempre di più alle scoperte neuroscientifiche per allestire le esposizioni. Ciò è stato reso possibile da innovativi strumenti neuroscientifici, quali i sistemi di tracciamento oculare e gli elettroencefalografi (EEG) portatili, che possono essere indossati dai visitatori del museo con un disagio minimo.

Tracciamento oculare: i dispositivi di tracciamento oculare permettono di misurare la posizione e il movimento degli occhi. Dall'analisi dei parametri legati alla fissazione, alla saccade, alla dilatazione delle pupille e ai battiti di ciglia, i ricercatori riescono a determinare quali aspetti della scena catturino con efficacia l'attenzione dell'osservatore e quali producano una reazione di arousal (per esempio la specifica scenografia in cui è presentata l'opera).

Elettroencefalografia: semplici sistemi di EEG possono misurare l'attività elettrica prodotta dal cervello durante l'osservazione di una particolare scena. Gli indici ottenuti dai segnali dell'EEG possono essere usati per ricavare misurazioni dell'attenzione, della valenza emotiva (positiva o negativa) e dell'attivazione emotiva (arousal).

Elettrocardiografia, conduttanza cutanea e altre misurazioni dell'attività periferica: le situazioni associate a una reazione emotiva modulano l'attività del cosiddetto "sistema nervoso autonomo", che controlla il battito cardiaco, il ritmo respiratorio, la risposta pupillare e la traspirazione (sudorazione). È possibile usare sensori specifici per misurare questi parametri al fine di ottenere informazioni sul livello di attivazione (arousal) e coinvolgimento dello spettatore.

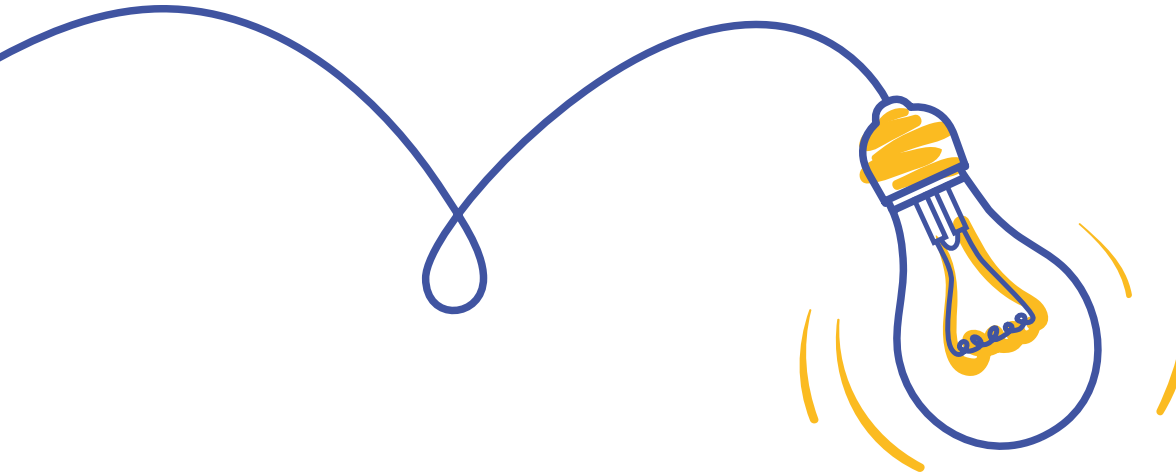
Tali dispositivi potrebbero consentire di determinare se il contesto in cui vengono presentate le opere d'arte è associato a una risposta cerebrale positiva, in termini, ad esempio, di focus attentivo, coinvolgimento e reazione emotiva (ma potrebbe anche evidenziare gli aspetti che determinano cali di concentrazione e di attenzione). L'impiego congiunto di dispositivi/strumenti e indici multipli potrebbe permettere di ottenere stime più precise. Bisogna, però, tener presente che le esperienze soggettive generate dal cervello sono fortemente modulate dalla predisposizione individuale e dalle precedenti esperienze di vita. Pertanto, individui diversi potrebbero avere esperienze soggettive distinte quando si trovano di fronte alla stessa "esperienza percettiva" (ossia un'opera d'arte). In considerazione di ciò, bisognerebbe tener conto anche delle variabili psicometriche (tratti della personalità) e demografiche (età, sesso ecc.), ricavabili attraverso questionari validati, al fine di adattare in modo ottimale l'esperienza museale a un particolare tipo di visitatore "target". Di fatto, scelte differenti, effettuate in base al tipo di persone a cui è rivolta l'esperienza museale, possono portare a una fruizione migliore e più piacevole dal punto di vista soggettivo.

Nonostante le nuove tecnologie e le conoscenze derivate dall'approccio neuroscientifico, realizzare un'esperienza museale concreta egualmente piacevole per tutti rimarrà un obiettivo verosimilmente difficile da raggiungere. È possibile, tuttavia, immaginare un futuro prossimo in cui tali informazioni saranno utilizzate per creare visite museali in realtà virtuale ed esperienze interattive di "realtà mista" che si adattino in tempo reale alle caratteristiche e alle preferenze individuali e, potenzialmente, anche alle relative variazioni nello stato psicofisico e nei desideri specifici di ciascun visitatore del museo (per esempio, attraverso modifiche in tempo reale dell'ambiente museale, in termini di luce, colori, sottofondo musicale ecc.).

A dire il vero, molti musei moderni si muovono già in questa direzione, introducendo sistemi di realtà aumentata, che permettono di presentare stimoli visivi e uditivi (ma potenzialmente anche tattili e olfattivi) per accompagnare e completare l'esperienza museale "reale". Lo scopo di questi approcci non è soltanto quello di sostituire le classiche audioguide, quanto piuttosto di generare esperienze nuove, arricchite dal punto di vista emotivo e più coinvolgenti per i visitatori del museo, mescolando diversi stimoli sensoriali in un'esperienza, appunto, multisensoriale.

Neuroscienze della creatività

La creatività è il processo attraverso cui si dà origine a qualcosa di nuovo, che può essere un oggetto fisico (un'invenzione o un'opera d'arte) o intangibile (un'idea o una teoria scientifica). Le neuroscienze della creatività si occupano dello studio dei correlati cerebrali funzionali del comportamento creativo. Sono state effettuate numerose ricerche per indagare l'attività cerebrale che accompagna una miriade di compiti creativi o artistici, dall'abbozzo di un'illustrazione alla composizione di un nuovo pezzo musicale. Si tratta di studi che sono andati incontro inevitabilmente a una serie di problemi e limitazioni, ad esempio, legati al fatto che non è facile realizzare un "atto creativo" nel contesto sperimentale degli studi di neuroimaging, laddove il tempo e i movimenti sono spesso limitati. Di conseguenza, ulteriori indagini hanno tentato di fare un confronto tra individui che mostravano abilità diverse nell'identificare una soluzione "creativa" a problemi specifici. Tutti questi studi hanno permesso di rivelare che la creatività non dipende da una singola parte del cervello, ma piuttosto dal lavoro integrato di molteplici reti cerebrali.



Gli individui molto creativi possono differire dagli altri per l'elevato livello di conoscenza specializzata e la forte capacità di pensiero divergente. In termini di attività cerebrale, mostrano spesso un peculiare coinvolgimento delle aree frontali, tipicamente coinvolte nelle funzioni fondamentali di alto livello, quali il processo decisionale, il controllo degli impulsi, la memoria di lavoro, ecc. Infatti, le condizioni associate a un'anomalia funzionale del lobo frontale (come la depressione e l'ansia) sono tipicamente associate anche a una diminuzione della creatività. Altri studi hanno mostrato, però, che il pensiero creativo comporterebbe essenzialmente una forte interazione fra molteplici aree e sistemi: il default mode network (legato alla riflessione e al sognare a occhi aperti), l'executive control network (che si attiva quando una persona deve concentrare l'attenzione) e il salience network (coinvolto nel passaggio dall'executive al default mode network e viceversa).

Nick Skillicorn
TED talk:
"The science of improving your brain's creativity"

Tuttavia, molte evidenze sperimentali derivate dalle ricerche in ambito cognitivo e neuroscientifico suggeriscono che la creatività potrebbe essere stimolata o accresciuta ottimizzando l'ambiente o la formazione creativa.

Alcuni studi hanno ipotizzato che la creatività possa essere stimolata quando le persone si trovano nell'ambiente "giusto", avente soprattutto le seguenti caratteristiche:

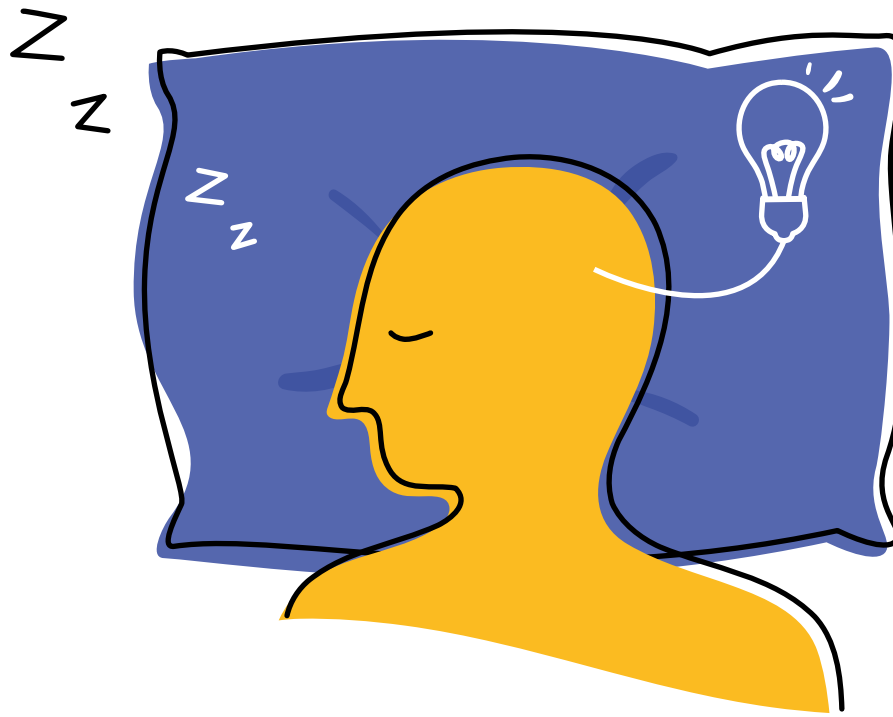
- Livelli moderati di rumore di fondo; dovrebbe invece essere evitata la musica ad alto volume nelle cuffie o ambienti in cui sia comune udire altre persone parlare al telefono.
- Temperatura moderatamente calda; dovrebbero essere evitati gli ambienti troppo freddi o troppo caldi.
- Bassi livelli di illuminazione ambientale; aumentare la luminosità potrebbe, tuttavia, favorire la concentrazione e l'attenzione, cosicché tipi diversi di attività potrebbero richiedere diverse condizioni luminose.
- Relativo disordine; pare infatti che un ambiente ordinato e organizzato riduca il potenziale di creatività.

Effettivamente, le suddette osservazioni indicano semplicemente un fatto intuitivo: la creatività è compromessa quando siamo nervosi o stressati, indaffarati o circondati dal rumore e dall'attività di altre persone.

D'altro canto, quando si tratta di insegnare o imparare la creatività, le cose si fanno più complicate, in quanto i risultati scientifici sono meno solidi e facili da interpretare. Infatti, mentre alcuni autori hanno sostenuto che particolari strategie di apprendimento possano favorire l'aumento della creatività, altri ricercatori hanno sollevato dubbi sulla validità di tali affermazioni e sulla possibilità di generalizzarle, poiché, mentre la formazione creativa potrebbe funzionare per un compito o un contesto specifico, tale effetto non si estenderebbe di solito ad altre attività e situazioni. La maggior parte delle teorie e delle strategie concordano sul fatto che la creatività preveda almeno due fasi (ma forse anche di più): la prima è basata sull'impegno, lo studio e il ragionamento, mentre la seconda è generalmente denominata "incubazione", concetto fondamentale secondo cui la creatività richiede spesso che i processi mentali siano liberi da vincoli cognitivi, spaziali e temporali. Infatti, anche quando sembra che non siamo attivamente impegnati in un compito particolare, il cervello può continuare a elaborare le informazioni raccolte precedentemente, creando così nuove associazioni e idee. Una soluzione creativa può, quindi, manifestarsi nel momento più inaspettato, che spesso è proprio quando non ci stiamo occupando attivamente della questione specifica che cercavamo di risolvere.

I ricercatori hanno ipotizzato che la creatività possa richiedere quattro fasi

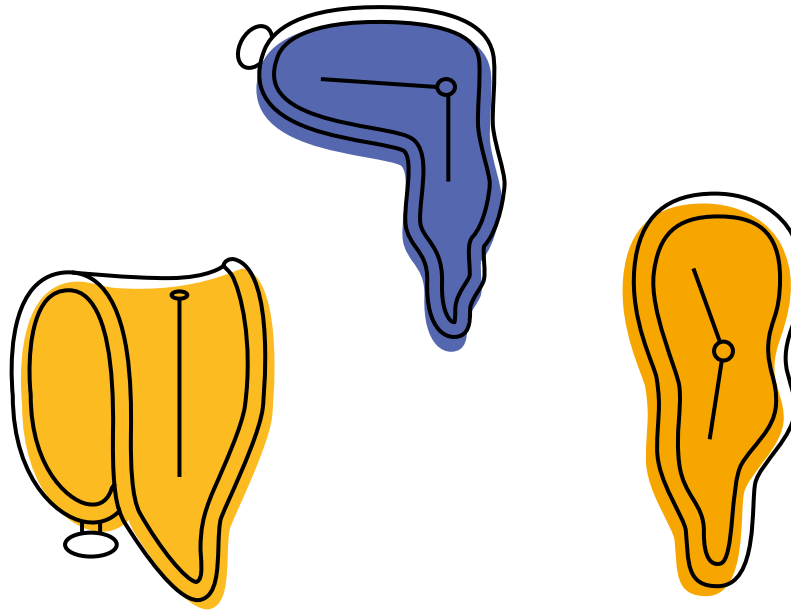
fondamentali: preparazione (raccolta di conoscenze e idee pregresse), incubazione, illuminazione (scoperta della soluzione)... e verifica.



La validità di tale ipotesi si manifesta chiaramente nell'esempio ben noto del sonno. Infatti, pare che particolari fasi del sonno, soprattutto quelle associate a sogni ricchi e vividi, favoriscano la riorganizzazione dei ricordi e delle conoscenze in nuove combinazioni, agevolando così i processi creativi. Alcuni ricercatori hanno suggerito che tale processo sia reso possibile grazie alla parziale disattivazione

delle aree frontali del cervello durante il sonno, che sospenderebbero la supervisione continua dell'elaborazione conscia razionale, consentendo ai processi più creativi di emergere. In tal modo, mentre dormiamo, il cervello può continuare a elaborare e analizzare i problemi che la mente conscia non è riuscita a risolvere. Non sorprende che molte importanti scoperte scientifiche sembrino essere avvenute dopo un sogno notturno. Per esempio, Dmitri Mendeleev scrisse di aver fatto un sogno in cui vedeva uno schema all'interno del quale tutti gli elementi ricadevano nella giusta posizione gli uni rispetto agli altri: la tavola degli elementi, che fornisce un'organizzazione logica a tutti gli elementi chimici, deriva da quel sogno. August Kekulé raccontò di aver scoperto in modo simile che gli atomi di benzene sono disposti ad anello, grazie a un sogno in cui vedeva gli atomi sistemarsi a forma di serpente che si morde la coda. E sono soltanto alcuni esempi dei tanti che dimostrano ancora una volta l'importanza del sonno per il funzionamento ottimale del cervello.

Adam Grant
The surprising habits of original thinkers



Il legame tra sonno, sogni e creatività era noto ben prima dell'avvento delle ricerche neuroscientifiche, e veniva anche sfruttato in maniera intenzionale da alcuni artisti. L'esempio più celebre è certamente quello di Salvador Dalì, che non usava i sogni soltanto come fonte di ispirazione per i suoi dipinti surrealisti, ma si serviva del sonno e dei sogni in maniera proattiva. La sua tecnica è conosciuta come "sonnecchiare con una chiave in mano":

«Sedete su una poltrona dura, preferibilmente in stile spagnolo, con la testa inclinata all'indietro e la schiena appoggiata allo schienale di pelle. Lasciate pendere le mani al di fuori dei braccioli, rimanete incollati alla poltrona in una posizione supina di totale rilassamento. [...] In questa posizione, dovete tenere in mano una chiave pesante, che manterrete sospesa, stringendola delicatamente tra le estremità di pollice e indice della mano sinistra. Sul pavimento, sotto la chiave, avrete preventivamente sistemato un piatto capovolto. [...] Nel momento in cui vi cadrà di mano la chiave, state sicuri che il rumore della sua caduta sul piatto vi sveglierà.»

Salvador Dalí, Cinquanta segreti magici per dipingere

Con l'impiego di tale metodo l'artista era in grado di svegliarsi da uno stato che era precisamente a metà tra la veglia e il sonno, stato in cui il cervello è in grado di produrre le cosiddette immagini ipnagogiche (dal greco "che conduce al sonno"), che spesso rappresentano un misto di esperienze recenti e di elementi imprevedibili creati dal cervello che dorme.

Contributo Artech Gallerie d'Italia

ArtTech
"Arte e innovazione si incontrano in un esperimento pionieristico presso Gallerie d'Italia"

Nell'ambito del contesto di Arte e Neuroscienze, Intesa Sanpaolo Innovation Center e Intesa Sanpaolo Gallerie d'Italia – Piazza Scala hanno condotto, grazie all'aiuto della società TSW (www.tsw.it) che si occupa di misurare la qualità delle esperienze delle persone, un pilota su quattro opere d'arte presenti in Gallerie di Italia nell'ambito della mostra *L'ultimo Caravaggio. Eredi e nuovi maestri*.

L'obiettivo è stato di valutare l'impatto emotivo delle differenti opere d'arte su un campione di 30 volontari, scelti tra colleghi di Intesa Sanpaolo e Intesa Sanpaolo Innovation Center, tra giornalisti e neuroscienziati della scuola IMT Lucca.

→
Martirio di Sant'Orsola
Caravaggio

→
Martirio di Sant'Orsola
Bernardo Strozzi

→
Martirio di Sant'Orsola
Giulio Cesare Procaccini

→
Ultima cena
Giulio Cesare Procaccini

↑
SMI ETG 2W
Wearable eyetracker

↑
Emotiv Epoc +
14 channel wearable EEG

↑
Empatica E4
SCL bracelet

Grazie all'aiuto di TSW, che utilizza sia protocolli di ricerca qualitativi propri delle scienze dell'uomo sia strumenti di analisi quantitativa, sono stati usati 3 device già descritti nel capitolo:

Eye tracking: per studiare le fissazioni oculari dei volontari verso le opere d'arte e comprendere le zone di maggiore interesse dei dipinti;

EEG 14 channel: per analizzare il coinvolgimento e la piacevolezza delle opere sulle persone;

Stress bracelet: per tracciare il cambiamento di conduttanza cutanea rilevato a causa della sudorazione involontaria determinata dal sistema parasimpatico.

A livello procedurale dopo la registrazione dei parametri fisiologici a riposo (Baseline), ai partecipanti è stato chiesto di visionare le quattro opere d'arte secondo un ordine prestabilito. Inoltre, in modo da garantire a ciascun partecipante la stessa esposizione alle opere e assicurare l'effetto sorpresa, è stato utilizzato un separé, poi rimosso al momento dell'esposizione all'opera. Ogni dipinto è stato visualizzato per 30 secondi da seduti, dopodiché è stata data

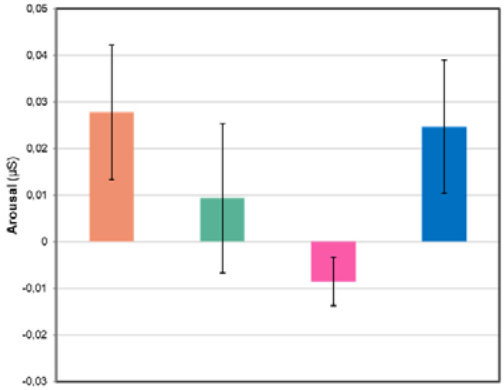
la possibilità di fruire liberamente dell'opera per un ulteriore minuto.

Executive Summary del Pilota condotto

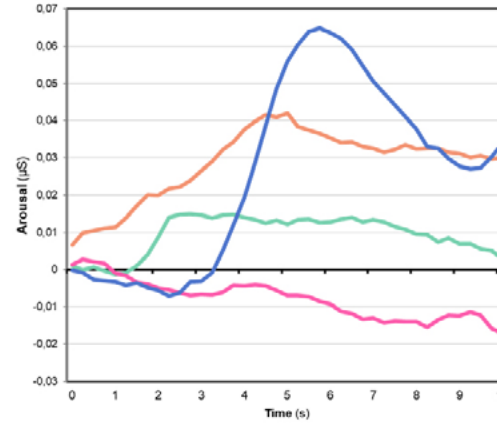
A seguito dell'analisi condotta, le risposte psicofisiologiche rilevate sembrano supportare l'evidenza che:
***l'Ultima Cena* di Giulio Cesare Procaccini** e il ***Martirio di Sant'Orsola* di Caravaggio** siano le opere maggiormente impattanti da un punto di vista dell'intensità emotiva (**i.e. arousal - stress bracelet**).

Arousal

Analisi aggregata



Trend - 10 secondi

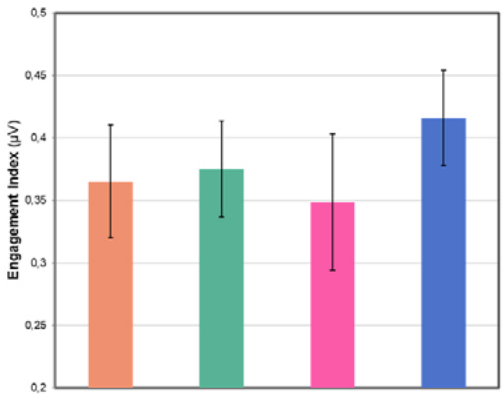


Sant'Orsola - Caravaggio | Sant'Orsola - Strozzi | Sant'Orsola - Procaccini | Ultima Cena - Procaccini

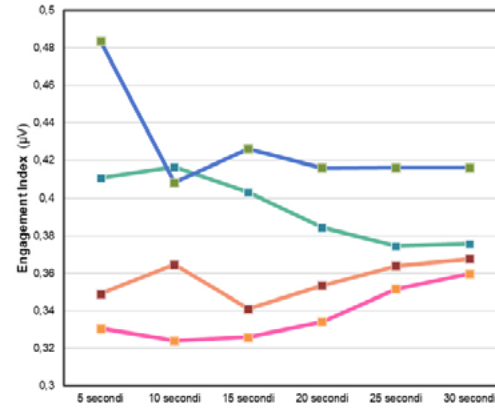
***L'Ultima cena* di Giulio Cesare Procaccini** si dimostra come l'opera in grado di generare il maggior livello di Engagement (EEG) – coinvolgimento.

Engagement

Analisi aggregata



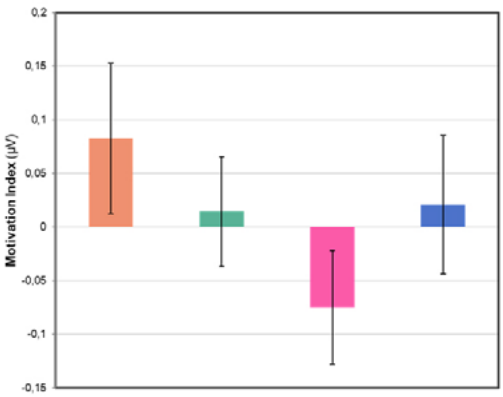
Trend – 30 secondi



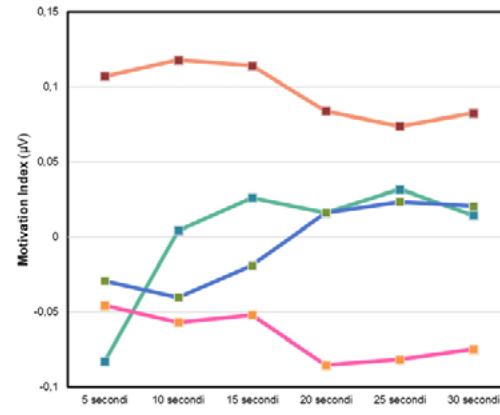
L'opera ***Martirio di Sant'Orsola*** **di Caravaggio** ha generato invece la più elevata risposta di piacevolezza (EEG) ed è anche l'opera maggiormente impattante tra le tre *Sant'Orsola* analizzate.

Motivation

Analisi aggregata

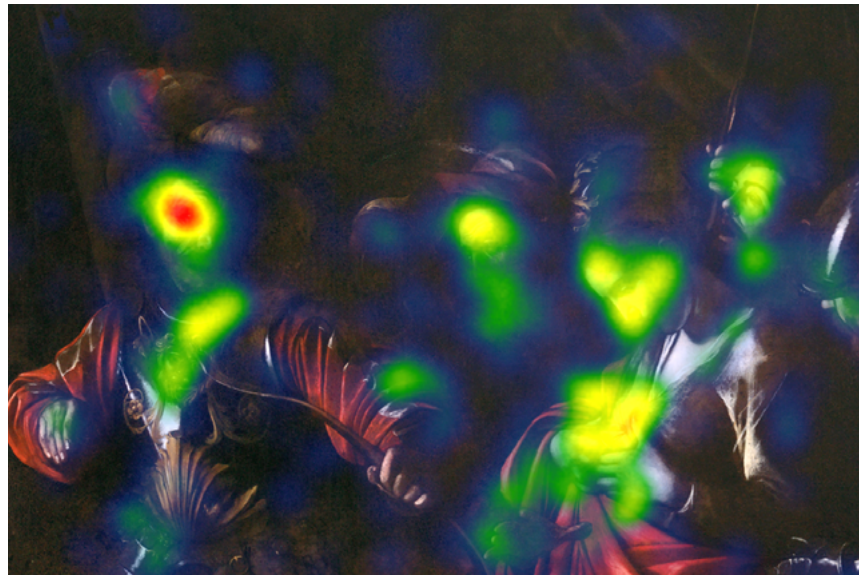


Trend – 30 secondi



Risultati di eye tracking – esempio di risultanza sul *Martirio di Sant'Orsola* del Caravaggio

L'analisi aggregata delle fissazioni oculari – heatmap – permette di evidenziare le zone di maggiore interesse transitando dal colore rosso al giallo al verde. Nel Martirio di Sant'Orsola di Caravaggio, ad esempio, nei primi 30 secondi di esposizione sono risultati in assoluto più salienti i volti dei protagonisti e la ferita inflitta dalla freccia. In particolar modo risultano assai significativi sia il volto di Attila che la ferita della Sant'Orsola, mentre appaiono leggermente meno impattanti da un punto di vista visivo i restanti volti. Con il passare del tempo i partecipanti hanno portato l'attenzione anche verso gli altri personaggi raffigurati nel quadro.



Inoltre sempre con l'**eye tracking** abbiamo indicazioni sulle AOI (Area Of Interest) che permettono di ottenere informazioni rilevanti circa l'ordine e il tempo dedicato dalle persone ad analizzare alcuni comportamenti oculari sui dettagli. In questo dipinto viene visualizzato per primo il volto di Attila, a seguire quello di Sant'Orsola e infine si presta attenzione alla ferita. Le persone dedicano mediamente più tempo ad analizzare il volto di Attila (Dwell Time 2411 ms) rispetto agli altri elementi oggetto di quest'analisi.

Comparando **l'analisi di eye tracking**, si nota come vi sia un comportamento significativamente diverso di fronte alle tre opere che rappresentano la storia di Sant'Orsola.

- **L'opera di Caravaggio** riesce a mettere in evidenza e a mantenere equilibrate tre componenti fondamentali: Sant'Orsola, Attila e il momento dell'uccisione. Particolare rilievo è dato al ruolo di Attila.
- **Nell'opera di Bernardo Strozzi** l'attenzione viene attirata dalla figura della Sant'Orsola nella sua interezza. Il ruolo di Attila e dell'uccisione vengono messi in secondo piano.
- **L'opera di Gilio Cesare Procaccini** definisce una gerarchica esperienza che attribuisce il ruolo fondamentale a Sant'Orsola e al suo volto. Il secondo elemento per importanza è l'espressione di Attila. Solo in ultima battuta viene evidenziato il momento dell'uccisione.
- Per quanto riguarda l'***Ultima Cena*** **di Giulio Cesare Procaccini**, si può sostenere che l'esperienza oculare si distribuisca orizzontalmente partendo dal centro (interazione di Gesù). Gli elementi alla destra e alla sinistra del quadro generano comportamenti uniformi.

Conclusioni del Pilota

L'analisi psicofisiologica si dimostra come un metodo fondamentale per fornire input sull'esperienza emotiva degli utenti. Tale analisi, condotta grazie alla società TSW e al suo approccio metodologico, mostra come sia possibile valutare e conseguentemente strutturare un flusso esperienziale di fruizione artistica in modo tale da stimolare l'impatto emotivo desiderato.

In generale si suggerisce di strutturare un'esperienza di fruizione che faciliti i processi di memorizzazione. Da questo punto di vista si consiglia di privilegiare l'uso di opere ad alto impatto emotivo, con elevato engagement e motivation nella parte iniziale (effetto primacy) e finale (effetto recency) del percorso.

In riferimento alle opere analizzate, l'opera di Caravaggio e l'Ultima Cena potrebbero essere gli elementi fondanti di questa esperienza. L'analisi del comportamento oculare potrebbe ad esempio stimolare la creazione di un contenuto (i.e. guida audio) che vada a mettere in risalto quelle componenti caratteristiche dell'opera che naturalmente non sono messe in evidenza. Inoltre potrebbe risultare utile portare a termine un'analisi dei contenuti accessori all'opera (i.e. video) per comprendere quale sia effettivamente il loro ruolo nel valorizzare l'esperienza di fruizione dell'opera.

Esperienza emotiva degli utenti

Processi di memorizzazione

Contenuti accessori

emotiv.com

Emotiv BrainViz

Emotiv + Singapore Tourism

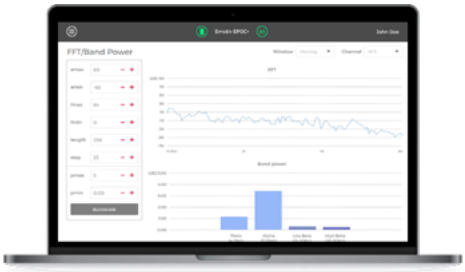
Emotiv

Emotiv is a bioinformatics company advancing understanding of the human brain using electroencephalography (EEG). Its technology falls under the umbrella of BCIs (Brain Computer Interface) also referred to as MMI (Mind Machine Interface), DNI (Direct Neural Interface), BMI (Brain Machine Interface) and aims to track cognitive performance, monitor emotions, and control both virtual and physical objects via machine learning of trained mental commands. Emotiv's Mental Commands algorithm recognizes trained thoughts that can be assigned to control virtual and real objects just by thinking. Brain control can replace traditional input devices like keyboards, enhance interactive experiences and provide new ways for the disabled to engage with their surroundings. With Emotiv's Performance Metrics, an individual's real time cognitive and emotional state can be used to passively modulate an application. Adapt a VR experience based on a user's engagement or change the difficulty of an interactive training application based on focus levels. The EPOC+ 14 channel EEG has been independently validated against a clinical Neuro Scan EEG, providing statistically comparable EEG data in an ERP study. EMOTIV was founded in 2011 by Australian tech entrepreneurs Tan Le (CEO) and Dr. Geoff Mackellar (CTO). It now has headquarters in San Francisco, and offices in Sydney and Hanoi.

EMOTIV

Funding

Fully self funded



INTERVISTA

Zaira Cattaneo
Associate Professor in Psychobiology and Physiological Psychology, Department of Psychology, University of Milano-Bicocca, Milano, Italy

Che impatto hanno le esperienze, in particolare quelle estetiche, sul cervello e lo stato mentale?

Letture sul tema

Chatterjee, A., & Vartanian, O. (2014). *Neuroaesthetics. Trends in Cognitive Sciences*, 18, 370–375.

Schindler, I., Hosoya, G., Menninghaus, W., Beermann, U., Wagner, V., Eid, M., & Scherer, K. R. (2017). *Measuring aesthetic emotions: A review of the literature and a new assessment tool*. Plos One, 12(6), e0178899.

Vessel, E.A., Starr, G.G., Rubin, N. (2013). *Art reaches within: aesthetic experience, the self and the default mode network*. Front. Neurosci. 7: 258.

L'esperienza estetica è uno stato emergente che nasce dall'interazione fra sistemi neurali deputati all'elaborazione sensoriale-motoria, all'esperienza emotiva e alla conoscenza semantica. Sebbene le esperienze estetiche possano essere elicitate da diversi stimoli esterni (per esempio, un tramonto), l'arte ne è una fonte importante: la percezione della bellezza di un'opera d'arte suscita infatti un'ampia gamma di emozioni. L'esperienza estetica modula l'arousal (ovvero, lo stato d'attivazione) con effetti che possono essere attivanti (energia e vitalità) ma anche calmanti (rilassamento). Di fronte a un'opera d'arte che ci piace tipicamente proviamo un senso di bellezza, commozione, incanto e stupore, ma l'esperienza artistica può anche suscitare emozioni diverse, per esempio, un'opera ci può inquietare o angosciare eppure piacerci proprio per questo. Quando un'opera d'arte ci piace suscita in noi interesse, chiamandoci anche ad avere intuizioni (insight) rispetto al significato dell'opera. Di contro, emozioni negative quali un senso di bruttezza, di noia o confusione, connotano un'insoddisfazione estetica. Oggi esistono questionari specifici per misurare i vari aspetti implicati nell'esperienza estetica.

Un ambito di ricerca emergente all'interno delle neuroscienze cognitive, la Neuroestetica, si occupa di comprendere le basi biologiche delle esperienze estetiche attraverso l'utilizzo di tecniche di neuroimmmagine, elettrofisiologiche o di stimolazione cerebrale non invasiva. Grazie agli studi in questo campo oggi sappiamo che l'apprezzamento estetico dipende dall'attività di una rete ampiamente distribuita di regioni cerebrali. Oltre alle regioni corticali e subcorticali correlate al piacere e alla gratificazione, substrati neurali chiave dell'apprezzamento estetico sono le aree corticali frontali

coinvolte nel processo decisionale e nella valutazione, nonché aree percettive (una scoperta interessante è infatti che le aree sensoriali si attivino in misura diversa a seconda di quanto un'opera piace). Studi di risonanza hanno anche mostrato come guardare opere d'arte che troviamo belle attivi il default mode network (DMN), un circuito cerebrale che media l'attività mentale autoreferenziale, ovvero il pensiero rivolto a sé, ai propri ricordi, alle proprie emozioni. Teorie recenti ipotizzano quindi che il gusto artistico individuale sia collegato al senso di identità: in questo caso l'attività del DMN servirebbe a segnalare la rilevanza per l'individuo di una specifica opera d'arte.

L'esperienza estetica è solo un evento neurale come un altro o esistono differenze sostanziali?

Letture sul tema
Skov M, & Nadal M. (2018). *Art is not special: an assault on the last lines of defense against the naturalization of the human mind*. Rev Neurosci. 2018 Aug 28;29(6):699-702.

Si tratta qui di un quesito delicato, che chiama in causa un tema altamente dibattuto in neuroestetica. Diversi modelli (neuro)psicologici recenti suggeriscono che vi sia un unicum nell'esperienza estetica, ovvero che sia possibile identificare i processi psicologici e neurobiologici legati specificamente all'arte, distinguendoli da altri tipi di esperienze gratificanti (per esempio, legate al cibo o all'assunzione di sostanze). Tuttavia, non vi è un generale consenso su questo punto, in quanto non vi sono evidenze empiriche a favore dell'idea che l'esperienza artistica richieda meccanismi cognitivi o neurali ad hoc. L'ipotesi più probabile è che una comune rete neurale rappresenti la gratificazione (ricompensa) associata a diversi oggetti e situazioni con una sorta di "moneta neurale unica", che consente di valutare e confrontare in maniera diretta il valore e la rilevanza motivazionale di varie esperienze (compresa quella estetica).

INTERVISTA

Come può la conoscenza delle basi neurali della percezione e dell'estetica essere impiegata per migliorare la nostra vita sociale e il nostro benessere?

La ricerca in neuroestetica si è dedicata principalmente a far luce sui meccanismi psicologici e neurali che mediano l'esperienza estetica. Si tratta di studi di ricerca "di base" (come per altri filoni di ricerca delle neuroscienze cognitive), che contribuiscono a chiarire la complessa interazione tra mente e cervello senza porsi obiettivi di applicazione diretta. Ciò non toglie che il progresso delle conoscenze in questo campo possa avere un impatto traslazionale. L'esperienza estetica mediata dall'arte è una finestra sullo studio delle emozioni, e si è scoperto che l'apprezzamento artistico può essere influenzato da diversi disturbi neurologici e psichiatrici, quali la demenza e la schizofrenia. Per esempio, sebbene la malattia di Alzheimer impatti pesantemente sulla funzionalità cognitiva, è stato suggerito che la percezione estetica possa essere preservata in questi pazienti, rappresentando una sorta di "isola di stabilità" che potrebbe costituire un canale importante per interventi terapeutici. Vi sono poi studi che suggeriscono che il piacere estetico che si prova guardando un dipinto possa in qualche modo contrastare uno stimolo doloroso concomitante, influendo sulla soglia del dolore fisico, aprendo la strada a possibili applicazioni in contesto clinico. O ancora, è stato dimostrato sperimentalmente che ammirare le opere d'arte dal vivo in un museo eliciti i processi cognitivi e affettivi coinvolti nell'apprezzamento artistico e arricchisca le informazioni codificate nella memoria a lungo termine molto più che una fruizione a distanza (per esempio, online), con importanti ripercussioni sui programmi educativi e culturali.

Letture sul tema

Brieber D, Nadal M, Leder H. (2015). *In the white cube: museum context enhances the valuation and memory of art*. Acta Psychol;154:36-42.

de Tommaso M, Sardaro M, Livrea P. (2008). *Aesthetic value of paintings affects pain thresholds*. Conscious Cogn., 17(4):1152-62.

Graham DJ, Stockinger S, Leder H. (2013). *An Island of Stability: Art Images and Natural Scenes - but Not Natural Faces - Show Consistent Esthetic Response in Alzheimer's-Related Dementia*. Front Psychol.4:107.

GLOSSARIO APPROFONDIMENTI: ARTE E CREATIVITÀ

4

Estetica sperimentale
Studio delle percezioni estetiche dell'arte, della musica e di qualsiasi oggetto che possa dar luogo a giudizi estetici.

Neuroestetica
Studio delle basi neurali della creazione e della contemplazione delle opere d'arte.

Bibliografia

Zeki, S., 2001. *Artistic creativity and the brain*. Science, 293(5527), pp.51-52.

Kawabata, H. and Zeki, S., 2004. *Neural correlates of beauty*. Journal of neurophysiology, 91(4), pp.1699-1705.

Riesenhuber, M. and Poggio, T., 2002. *Neural mechanisms of object recognition*. Current opinion in neurobiology, 12(2), pp.162-168.

Freedberg, D. and Gallese, V., 2007. *Motion, emotion and empathy in esthetic experience*. Trends in cognitive sciences, 11(5), pp.197-203.

Gallese, V. and Lakoff, G., 2005. *The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge*. Cognitive neuropsychology, 22(3-4), pp.455-479.

Ticini, L.F., 2017. *The role of the orbitofrontal and dorsolateral prefrontal cortices in aesthetic preference for art*. Behavioral Sciences, 7(2), p.31.

Heilman, K.M., Nadeau, S.E. and Beversdorf, D.O., 2003. *Creative innovation: possible brain mechanisms*. Neurocase, 9(5), pp.369-379.

Mayseless, N., Eran, A. and Shamay-Tsoory, S.G., 2015. *Generating original ideas: The neural underpinning of originality*. Neuroimage, 116, pp.232-239.

Onarheim, B. and Friis-Olivarius, M., 2013. *Applying the neuroscience of creativity to creativity training*. Frontiers in human neuroscience, 7, p.656.

Dali, S. and Chevalier, H., 1992. *50 secrets of magic craftsmanship*. Courier Corporation.

Sitografia

https://youtube.com/watch?v=NIzanAw0RP4
https://youtube.com/watch?v=t0pwKzTRG5E
https://www.youtube.com/watch?v=y44GBM99JOA
https://youtube.com/watch?v=fxbCHn6gE3U

05

Approfondimenti: **Formazione e Apprendimento**

Plasticità cerebrale ed efficienza cognitiva

Le differenze interindividuali in termini di abilità cognitive si riflettono nelle prestazioni comportamentali, che, a loro volta, sono legate al livello di intelligenza personale. Di fatto, l'intelligenza è comunemente definita come capacità mentale generale correlata al ragionamento, al problem-solving e al pensiero astratto, nonché al ragionamento emotivo e alla creatività. In psicologia, l'intelligenza è comunemente misurata tramite test appositamente studiati per valutare l'insieme delle caratteristiche e delle risorse adoperate dalle persone per affrontare un'ampia gamma di prove cognitive.

Tutti i test sulle abilità mentali sono positivamente correlati l'uno con l'altro, il che implica l'esistenza di un'abilità mentale comune, solitamente nota come "intelligenza generale", che spiega tali associazioni.

Il quoziente intellettivo (QI) è uno dei metodi più diffusi per misurare l'intelligenza generale. Nello specifico, il QI è un punteggio ottenuto dividendo l'"età mentale" della persona (ricavata tramite un test di intelligenza standardizzato) per la sua età cronologica (espressa in anni e mesi). Si moltiplica, poi, il quoziente per 100. Pertanto, un QI di 100 indica che il punteggio personale è simile a quello di altri soggetti della stessa età. Per avere qualche termine di riferimento, si ritiene che il fisico teorico Albert Einstein e il cosmologo Stephen Hawking abbiano raggiunto un QI di 160 (sebbene probabilmente non si siano mai sottoposti al vero e proprio test). Il QI è considerato un indice di intelligenza valido, ma molti scienziati contestano l'idea di poter condensare tutti gli aspetti dell'intelligenza in un unico indice.

In effetti, come sottolineava Charles Spearman nel 1927: «*Ogni uomo, ogni donna, ogni bambino e ogni bambina normali sono geni in qualcosa, e allo stesso tempo deficienti in qualcos'altro*.»

Che cos'è l'intelligenza?

Binet
Giudizio, altrimenti detto buon senso, senso pratico, spirito di iniziativa, la capacità di adattarsi alle circostanze.

Gardner
L'intelligenza è la capacità di risolvere problemi o creare prodotti il cui valore sia riconosciuto in uno o più contesti culturali.

Sternberg
In senso stretto, sembrano esistere tante definizioni di intelligenza quanti sono gli esperti a cui è stato chiesto di definirla.

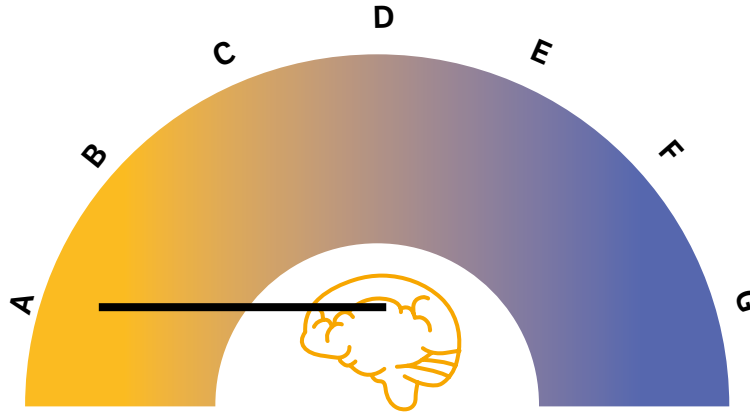
Teo Härén
TED talk:
"Let's talk about your creative IQ"

Oggigiorno i ricercatori sono in grado di indagare i correlati neurali dell'intelligenza generale e dei suoi sottotipi specifici per mezzo di nuove tecniche di neuroimaging. Secondo un'importante revisione della letteratura volta a confrontare i risultati di ricerche basate sul neuroimaging funzionale e strutturale, le modifiche nell'attività o nella struttura di una rete cerebrale distribuita, che comprende le aree frontali e parietali, sarebbero predittive di differenze individuali nel livello di intelligenza e di ragionamento. Inoltre, le evidenze provenienti dagli studi di neuroimaging hanno rivelato che il cervello delle persone più capaci o più intelligenti potrebbe funzionare in maniera più efficiente rispetto a quello della maggior parte delle persone della popolazione generale.

Ipotesi dell'efficienza neurale
Alcuni studi di neuroimaging hanno rivelato che le persone più intelligenti mostrano un'attivazione cerebrale inferiore (più efficiente) rispetto alle persone meno brillanti durante l'esecuzione di compiti di bassa o moderata difficoltà.

Plasticità neurale
Caratteristica specifica che permette al cervello di modificarsi in base all'esperienza, anche in maniera permanente, lungo l'intero arco della vita.

Qualsiasi sistema può considerarsi "efficiente" quando è in grado di portare a termine i propri compiti correttamente con il minimo dispendio di tempo ed energia. Si dice che un individuo mostra maggiore "efficienza neurale" quando realizza una prestazione ottimale (con riduzione degli errori al minimo), risparmiando tempo ed energie. In un cervello efficiente, si attivano soltanto le aree chiave necessarie per affrontare un dato compito, che vengono messe in comunicazione fra loro con la minima perdita o dispersione di informazioni, evitando quindi l'inutile attivazione di porzioni superflue della corteccia cerebrale.

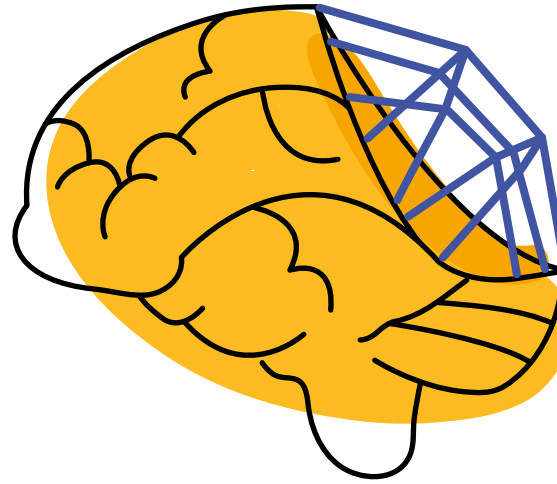


Efficienza energetica

L'efficienza è una caratteristica dell'organizzazione del cervello: aree cerebrali differenti funzionano e comunicano in maniera efficace, riducendo al minimo il dispendio delle risorse energetiche.

Se una diversa efficienza neurale permette di spiegare per lo meno alcune delle differenze interpersonali in termini di capacità cognitiva e comportamentale, al momento non è altrettanto chiaro fino a che punto l'efficienza cerebrale costituisca una caratteristica connaturata, geneticamente determinata, o sia invece modificabile. In effetti, l'efficienza neurale potrebbe costituire un tratto innato, di cui sono dotati soltanto alcuni individui, dal momento che le aree cerebrali responsabili della prestazione cognitiva sono soggette all'influenza genetica. Tale predisposizione, che potenzialmente incide su alcune abilità più che su altre, potrebbe rappresentare il bias funzionale del talento innato di

alcune persone. Tuttavia, ci si può chiedere fino a che punto la prestazione cognitiva e comportamentale e l'efficienza neurale dipendano anche dal training, dall'apprendimento e dall'acquisizione di conoscenze in un campo specifico. Il cervello umano, infatti, è in grado di apprendere e adattarsi a nuove situazioni, riorganizzandosi mediante modifiche nelle connessioni fra le popolazioni neuronali. Tale abilità è nota come "plasticità neurale" e costituisce il meccanismo neurale di base attraverso cui il cervello si adatta all'ambiente in continua evoluzione con cui interagiscono costantemente gli esseri umani.

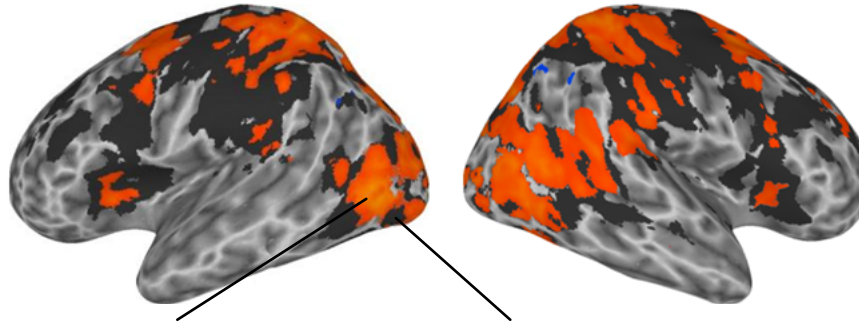


Praticare specifiche attività in maniera intensiva, come fanno ad esempio gli atleti, non determina soltanto un miglioramento della velocità e della prestazione fisica, ma potrebbe anche comportare modifiche cerebrali permanenti dal punto di vista anatomico e funzionale. Infatti, per fare un esempio, il cervello di un pilota di Formula Uno (F1) mostra un livello più elevato di efficienza neurale (ovvero un livello inferiore di attivazione) rispetto a quello di un pilota qualsiasi, durante l'esecuzione di compiti che richiedono semplici abilità motorie e visuo-spaziali. Sulla stessa linea, uno studio recente ha mostrato che il giocatore di calcio

brasiliano Neymar da Silva Santos Junior affronta in maniera più efficiente i compiti che richiedono un controllo motorio dei movimenti dei piedi non soltanto rispetto ai calciatori non professionisti, ma anche agli atleti di massimo livello in altri sport. Tali evidenze indicano che il cervello ricabla e perfeziona le proprie connessioni in un modo che diventa più specifico a seconda del tipo di attività o allenamenti eseguiti. Ne consegue che il cervello può sviluppare e modificare la propria struttura e il proprio funzionamento grazie all'esperienza e incrementare l'efficienza operativa in diverse mansioni.

Effettivamente, qualsiasi esperienza, che sia solo mentale o meramente fisica, può lasciare una traccia importante nel cervello, influenzando l'efficienza di processi cognitivi distinti. Per tale ragione, molti atleti professionisti combinano un allenamento prevalentemente fisico a training mentali e simulazioni. Tornando al caso della F1, i piloti non compiono soltanto attività fisiche, quali corsa, ciclismo e sollevamento pesi, ma si allenano anche su speciali simulatori di gare di F1 e praticano strategie mentali volte a migliorare la concentrazione e la gestione dello stress. Spesso gli atleti traggono vantaggio anche dalle simulazioni mentali di specifiche azioni o situazioni (ad esempio creando una mappa mentale del percorso di gara), che si rivelano d'aiuto nel rafforzare specifici circuiti cerebrali, migliorando di conseguenza efficienza e automaticità durante allenamenti e competizioni reali.

Attività cerebrale durante l'esecuzione di un compito visuo-spaziale



L'attività nel cervello dei piloti di Formula 1 è indicata in arancione.

L'attività nel cervello dei piloti normali è indicata in grigio scuro.

→ Efficienza neurale dei piloti professionisti di Formula 1 (rispetto ai normali automobilisti) durante l'esecuzione di un semplice compito visuo-spaziale

The Guardian
How physical exercise makes your brain work better

Wendy Suzuki
The brain-changing benefits of exercise

Tutte le forme di esercizio fisico non si limitano a potenziare abilità specifiche legate a forza, prontezza all'azione e precisione dei movimenti, ma hanno anche diversi effetti benefici su particolari funzioni cerebrali, fra cui memoria, attenzione, creatività e resilienza a stress e ansia. Tali effetti sembrano essere mediati principalmente da cambiamenti nei neuromodulatori cerebrali (segnali chimici liberati nel cervello), dal rilascio di fattori che favoriscono il rinforzo delle connessioni neuronali nell'ippocampo grazie all'esperienza e dalla formazione di nuovi vasi sanguigni (angiogenesi) o addirittura di neuroni (neurogenesi).

Un ampio corpus di studi ha dimostrato che almeno 30 minuti al giorno di esercizio aerobico potrebbero indurre la modulazione dell'espressione genica nel cervello, nonché forme benefiche di plasticità neurale, portando in definitiva a miglioramenti comportamentali e cognitivi.

In una diversa prospettiva, molti studi sull'invecchiamento fisiologico e patologico hanno dimostrato che il declino cognitivo è spesso associato all'aumento nell' attività cerebrale (specialmente nelle aree anteriori e prefrontali) durante l'esecuzione di vari compiti cognitivi. I ricercatori hanno ipotizzato che tale cambiamento potrebbe riflettere una riduzione nell'efficienza funzionale del cervello (inefficienza neurale), che determina una crescente necessità di coinvolgere ulteriori aree cerebrali implicate nell'attenzione e nel controllo cognitivo, per compensare le disfunzioni funzionali e strutturali dovute all'età. Dato che, a quanto pare, la pratica e l'apprendimento aumentano l'efficienza neurale, è naturale pensare che potrebbero anche contrastare gli effetti del declino cognitivo.

Questa idea è pienamente consistente con osservazioni cliniche secondo cui gli esercizi fisici e cognitivi potrebbero aiutare a prevenire o contrastare il declino cognitivo migliorando la salute e la funzionalità cerebrale. Aspetto degno di nota è il fatto che, pur riconoscendo l'importanza del training mentale, molti studi hanno dimostrato che anche il "semplice" esercizio fisico può migliorare le prestazioni cognitive. Questo conferma che, per essere efficiente, un organismo deve avere una mens sana in corpore sano.

Training, apprendimento e cervello

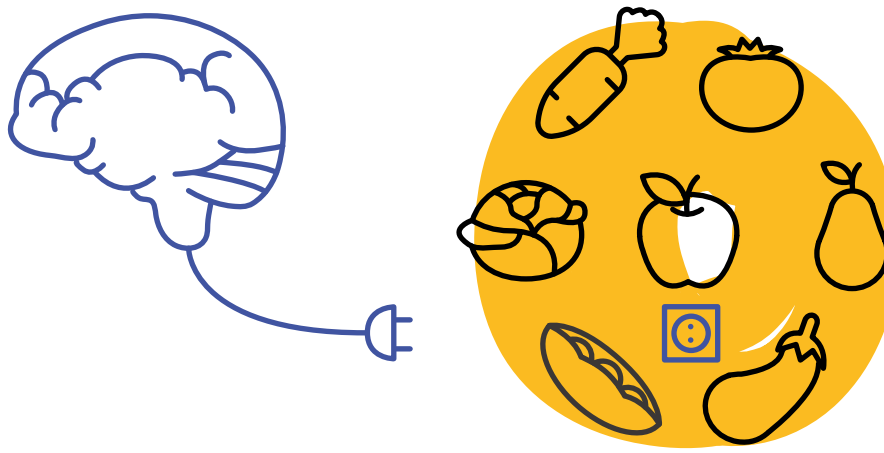
Nel paragrafo precedente abbiamo affrontato i benefici effetti del training mentale e fisico sul funzionamento generale del cervello e sul comportamento. Nella società moderna, tuttavia, spesso non basta avere la mente flessibile e allenata, dato che ci scontriamo regolarmente con la necessità di apprendere (e conservare) nuove nozioni e abilità specifiche. Per questo, i ricercatori di diversi campi hanno sempre cercato di capire come impara il cervello e se sia possibile accelerare e potenziare apprendimento e ritenzione delle informazioni. Esiste una strategia che permetta di imparare più lingue in breve tempo, o di ritenere la gran quantità di informazioni presentate durante un corso? C'è un training particolare per accelerare l'acquisizione di specifiche abilità cognitive o motorie?

Data l'importanza di questioni tanto fondamentali, non sorprende che negli anni siano state avanzate numerose teorie e strategie per accelerare e migliorare training e apprendimento. Tale ricerca ha portato alla proliferazione di molte tecniche mnemoniche (ossia di strategie per favorire la conservazione e/o il recupero delle informazioni), basate spesso sulla codifica elaborativa delle informazioni o sul ricorso a immagini visive e spaziali. Alcune di queste tecniche hanno dimostrato di riuscire a conferire un significativo vantaggio nella memorizzazione di nozioni specifiche o liste (ad esempio di nomi); con il tempo, tuttavia, si è scoperto che altre erano totalmente o parzialmente sbagliate. Uno dei casi più noti è l'idea che gli esseri umani possano imparare nel sonno (fenomeno noto come ipnopedia). Questa teoria postulava che le persone potessero assimilare nuove nozioni ascoltando, durante il sonno, nastri precedentemente registrati. In realtà... non funziona. Negli ultimi dieci anni, infatti, la ricerca neuroscientifica ha dimostrato che il sonno è realmente fondamentale per la sedimentazione dei ricordi, ma soltanto se questi sono stati acquisiti in una precedente fase di veglia! Durante il sonno, al contrario, il cervello cerca di filtrare le informazioni provenienti dall'ambiente circostante; pertanto stimolarlo con voci registrate può avere piuttosto l'effetto di ridurre la qualità del sonno (e, potenzialmente, perfino peggiorare i processi di memorizzazione).

John Green
Paper towns and why learning is awesome

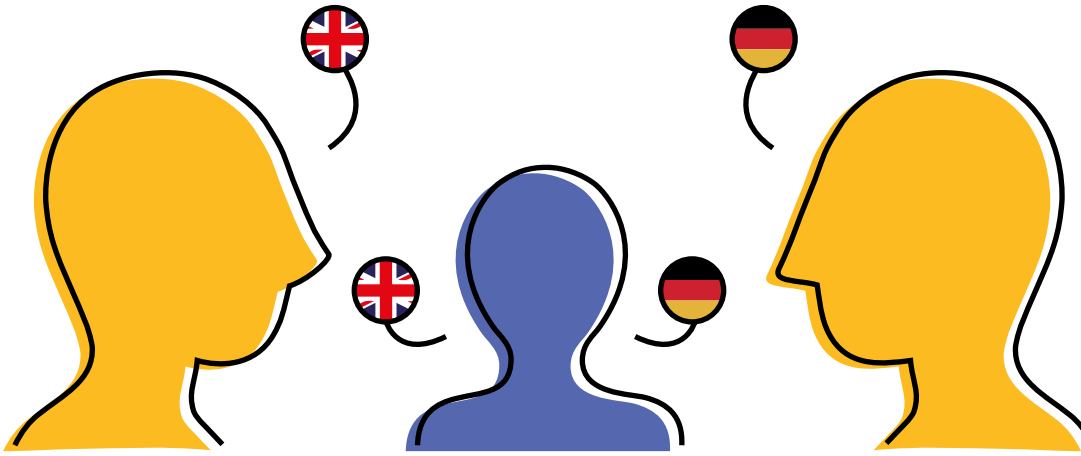
Analogamente, in passato si riteneva che alcuni alimenti avessero effetti positivi sulla memoria e sull'attenzione, effetti che in realtà non hanno. Ciononostante, recenti studi scientifici hanno rivelato che inserire alcuni alimenti specifici in un'alimentazione sana potrebbe davvero contribuire quantomeno a mantenere (ad esempio nell'invecchiamento), se non a migliorare, una memoria e un funzionamento cerebrale ottimali. Tali effetti sono mediati da particolari sostanze, fra cui gli acidi grassi omega-3 (presenti nel pesce e nelle noci), le vitamine B6, B12, K e il folato (contenuto

naturalmente in molti prodotti animali e vegetali) e i flavonoidi (presenti nella frutta). In gran parte dei casi, tutte queste sostanze si trovano già in misura adeguata in una normale dieta, ma le persone più anziane, che hanno una dieta limitata e/o problemi di memoria (a essa potenzialmente correlati), potrebbero trarre notevoli benefici cognitivi e in termini di memoria dall'introduzione di questi alimenti.



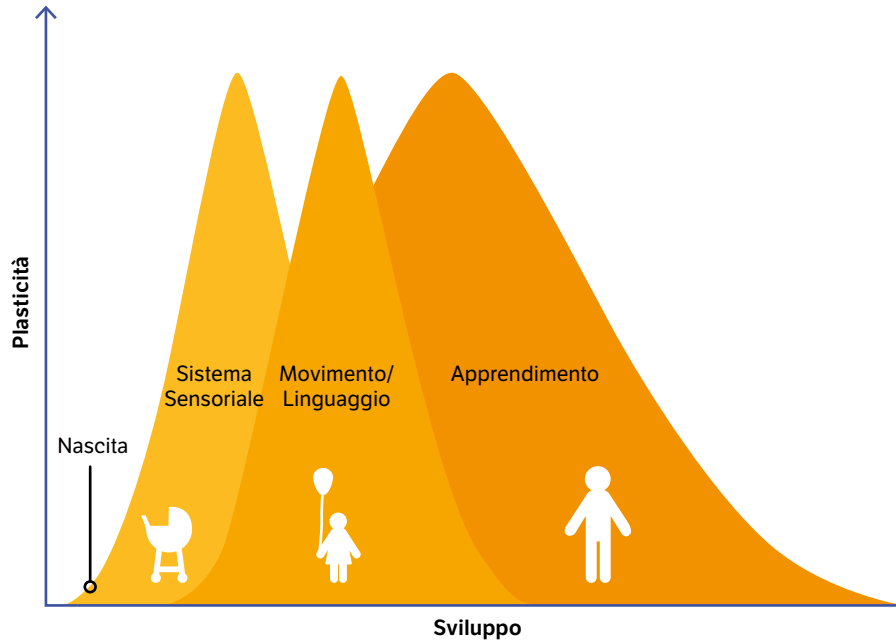
Dopo tanti anni di ricerca, sappiamo che sono moltissime le variabili in grado di influire, non soltanto sulla possibilità di apprendere in maniera efficiente, ma anche su che cosa apprendiamo con una certa facilità e su ciò che non apprendiamo. Alcuni di questi numerosi fattori comprendono, ad esempio, l'età, il sesso, le condizioni ambientali, le esperienze pregresse, il contesto socioeconomico, i tratti psicologici e le attitudini personali. I bambini, infatti, hanno per esempio un cervello più "plastico" rispetto agli adulti, e quindi acquisiscono nuove informazioni e abilità più facilmente. Inoltre, esistono particolari abilità, quali quelle linguistiche e visuo-spaziali, che possono essere apprese più facilmente a determinate età, poiché i processi di maturazione che riguardano il cervello non coinvolgono tutte le aree allo stesso tempo.

A tal proposito, una strategia ottimale di apprendimento dovrebbe prendere in considerazione il livello di sviluppo cerebrale al fine di offrire il giusto tipo di informazioni ed esperienze. Un esempio che spiega questo concetto è rappresentato dall'acquisizione della prima e della seconda lingua: molti studi hanno dimostrato che è più facile conseguire un'elevata competenza in una seconda lingua (non nativa) quando la si acquisisce e la si pratica nei primi anni di vita, in genere prima dei dodici anni (o addirittura prima, secondo alcuni autori).
Infatti, quando si acquisisce una seconda lingua precocemente, la sua elaborazione attiva esattamente le stesse regioni cerebrali coinvolte nell'elaborazione della prima lingua, quella nativa, (ossia un gruppo di regioni dell'emisfero sinistro, che comprende le aree della corteccia frontale, temporale e parietale). Al contrario, quando si impara una seconda lingua in una fase successiva della vita, viene coinvolto un insieme di aree cerebrali parzialmente distinto. Tale osservazione suggerisce che la seconda lingua potrebbe essere trattata dal cervello in modo diverso a seconda dell'età in cui viene acquisita. Allo stesso tempo, va sottolineato che un individuo può diventare molto competente in più lingue anche se le apprende da adulto (sebbene il processo possa essere più lento per via della relativa riduzione di plasticità cerebrale). È stato ipotizzato che in tale processo di acquisizione e consolidamento potrebbe giocare un ruolo importante anche una possibile predisposizione genetica, ma è altresì noto che uno degli elementi determinanti nell' acquisizione di una lingua è rappresentato dall'esperienza sociale, ovvero dall'uso reiterato della lingua stessa nel contesto sociale quotidiano.
Come per altri tipi di training cerebrale, l'acquisizione di più lingue è stata associata a una riduzione del declino cognitivo fisiologico dell'invecchiamento, nonché al rallentamento nella progressione di forme patologiche di demenza, quali la malattia di Alzheimer. Anche se oggi le nuove tecnologie sarebbero in grado di fornire la traduzione quasi istantanea delle lingue che si parlano o che si ascoltano, l'acquisizione di più lingue, a qualsiasi età, potrebbe ancora offrire importanti effetti benefici per la salute cerebrale e per il funzionamento cognitivo generale.



Numerosi studi hanno mostrato che, in teoria, si potrebbe tracciare la progressione dello sviluppo cerebrale con l'impiego di particolari test (per esempio, per le abilità linguistiche) o di tecniche di neuroimaging. Infatti, lo sviluppo di determinate capacità va di pari passo con le modifiche strutturali e funzionali del cervello che riguardano aree e reti diverse, e comprendono, per esempio, variazioni relative nella mielinizzazione corticale (cioè nella formazione della guaina mielinica attorno ai nervi, che consente agli impulsi di muoversi più velocemente) o nell'affinamento delle connessioni subcortico-corticali. Gli approcci basati sul neuroimaging, utilizzati con successo per capire come procede, in media, lo sviluppo del cervello (e delle abilità) durante l'infanzia e l'adolescenza, non trovano, invece, al momento, un'applicazione diretta per la definizione di strategie di apprendimento personalizzate per il singolo bambino, a causa della scarsa precisione nella valutazione delle caratteristiche individuali. Si potrebbe tuttavia ipotizzare che un perfezionamento di tali approcci in un prossimo futuro potrebbe guidare insegnanti e educatori nella definizione di strategie ottimali di apprendimento per i singoli bambini, in relazione al rispettivo livello di sviluppo cerebrale e cognitivo.

Finestre di plasticità nello sviluppo cerebrale



Autismo
Disturbo dello sviluppo che influisce, fra l'altro, sul modo in cui una persona si comporta o interagisce con gli altri, comunica e impara.

Dislessia
Disturbo dell'apprendimento concernente la sfera del linguaggio, caratterizzato da problemi di lettura, indipendentemente dal grado di intelligenza.

Nel corso dello sviluppo (ma anche in età adulta), esistono particolari condizioni in grado di influire sulle capacità di apprendimento. Per esempio, la dislessia, un diffuso disturbo della lettura, colpisce circa il 5% della popolazione generale, ma la percentuale può salire al 20% se si considerano anche i sintomi lievi. Le persone affette da tale condizione potrebbero trarre beneficio da strategie di apprendimento personalizzate. Si è scoperto, per esempio, che esercitarsi sulla lettura e l'ortografia potrebbe portare a risultati duraturi, specialmente se si comincia a intervenire in giovane

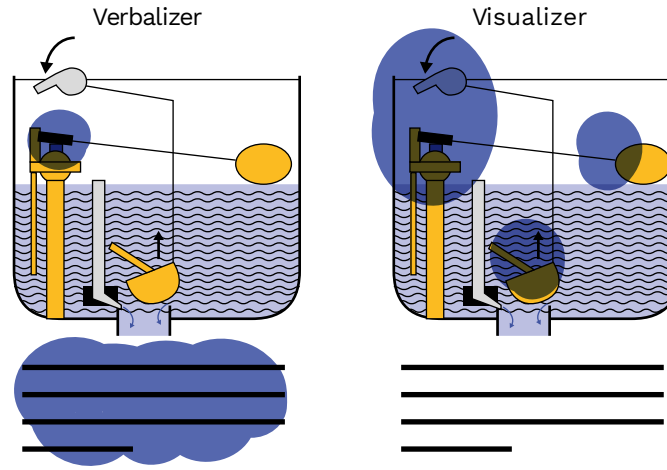
età. A tal proposito, alcune evidenze indicano l'utilità di particolari caratteri di scrittura, più leggibili (quali Dyslexie, OpenDyslexic e Lexia Readable), per aiutare le persone affette da dislessia. Un altro disturbo dello sviluppo associato a problemi di apprendimento è l'autismo, che colpisce circa l'1% della popolazione generale. I bambini che ne sono affetti hanno problemi a interagire e comunicare con gli altri, e ciò comporta ripercussioni dirette sullo sviluppo e sull'apprendimento. Secondo alcuni studi, anche questi bambini potrebbero trarre beneficio da speciali percorsi di training. Uno di questi è l'insegnamento in sessioni separate (discrete trial training, DTT), una procedura didattica strutturata che spezza i compiti in subunità semplici per modellare nuove abilità, impiegando una tecnica che prevede l'uso di suggerimenti, modellizzazione e strategie di rinforzo positivo per favorire l'apprendimento. Alcuni studi preliminari hanno mostrato anche che i bambini affetti da autismo possono imparare più facilmente quando interagiscono con un insegnante robot o computerizzato piuttosto che con un essere umano, anche grazie al fatto che un insegnante artificiale ha il vantaggio di poter ripetere la stessa lezione un numero teoricamente infinito di volte, usando sempre le stesse identiche parole, senza mai stancarsi né spazientirsi.

Durante il primo sviluppo, le differenze di genere nell'apprendimento sembrano minime, ma nella fase post puberale e nell'età adulta maschi e femmine presentano spesso differenze rilevanti, sia per quanto concerne le abilità comportamentali sia per quelle relative all'apprendimento. Anche i rispettivi cervelli, di fatto, mostrerebbero differenze strutturali e funzionali piccole, ma significative. Per esempio, il volume complessivo del cervello è maggiore negli uomini rispetto alle donne; inoltre alcune aree cerebrali, come l'amigdala (il centro emotivo del cervello), sarebbero più grandi negli uomini, mentre altre, come l'ippocampo (coinvolto nella memorizzazione a lungo termine), sono spesso più grandi nelle donne. Sembra anche che uomini e donne utilizzino tali regioni cerebrali in maniera lievemente diversa quando affrontano prove di memoria.
Anche fra persone dello stesso sesso e della medesima fascia d'età possono emergere differenze in particolari atteggiamenti: alcuni modelli di apprendimento distinguono, ad esempio, tra "verbalizzatori" e visualizzatori".

Ricerche basate sulla tecnica del tracciamento oculare hanno mostrato che i visualizzatori impiegano più tempo a esaminare le immagini rispetto ai verbalizzatori, che invece si concentrano più a lungo sull'analisi e la lettura dei testi. In pratica, queste due tipologie di individui sembrano privilegiare rispettivamente uno dei due particolari metodi di apprendimento.

Visualizzatori
Persone che imparano prevalentemente dalle immagini.

Verbalizzatori
Persone che imparano prevalentemente dai testi.



Mappe di fissazione oculare di un verbalizzatore (a sinistra) e di un visualizzatore (a destra). I partecipanti allo studio cercavano di capire il funzionamento di un particolare meccanismo descritto attraverso testo e immagini.

Alla luce delle conoscenze attuali, è evidente che le persone si distinguono per la predisposizione ad apprendere alcune abilità piuttosto che altre, ma anche rispetto alla loro strategia ottimale di apprendimento. Inoltre, l'atteggiamento e la predisposizione potrebbero ampiamente modificarsi con l'età, nonché in relazione al contesto specifico e agli stimoli ricevuti. Pertanto, non esiste un'unica strategia valida per tutti e in tutti i contesti. Ciò risulta ancor più evidente se pensiamo che le differenze relative all'efficacia dell'apprendimento potrebbero

anche variare a seconda dell'abilità o della nozione specifica che la persona cerca di acquisire. Alcuni, infatti, riescono a raggiungere la padronanza di lingue straniere in maniera facile e veloce, mentre altri hanno una particolare predisposizione per i concetti matematici. La possibile esistenza di settori indipendenti e separati è anche avvalorata dalla comune osservazione che le abilità appena acquisite spesso non sono generalizzabili, ovvero non si possono trasferire a compiti diversi da quelli su cui si è fatta pratica durante il percorso formativo. Questo significa che esercitarsi in un particolare compito (per esempio visuo-spaziale) produce apprendimento e cambiamenti a livello di prestazione che in genere non si estendono ad altri ambiti cognitivi (quali quello linguistico, motorio ecc.).

Molte evidenze sperimentali mostrano che esercitarsi in un ambito cognitivo potrebbe non avere alcun impatto su un campo diverso e indipendente.

Le osservazioni summenzionate implicano che le strategie di insegnamento e di apprendimento, anche adattate alle specifiche abilità da acquisire o all'ambiente in cui dovrebbero essere applicate, potrebbero non rivelarsi ugualmente vantaggiose per tutti i discenti. Per tale ragione, andrebbero definite strategie personalizzate in maniera più precisa, per tener conto del maggior numero di fattori possibile, compresi, ad esempio, età, sesso e predisposizioni individuali. Sebbene, al momento, tale impresa appaia quasi impossibile, in un futuro non lontano, grazie al progresso delle tecniche per tracciare il profilo individuale basate sia sul neuroimaging sia sugli strumenti psicometrici, potrebbe diventare possibile ottimizzare una strategia di apprendimento per ogni singolo individuo e condizione.

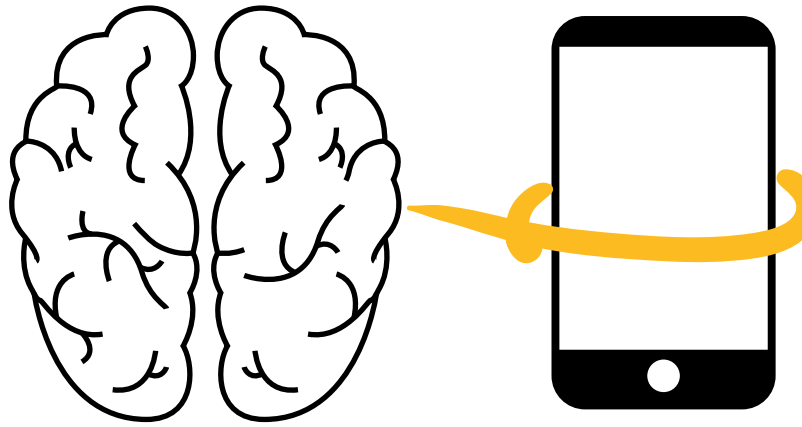
Ramsey Musallam
3 rules to spark learning

È pur vero d'altro canto che la ricerca psicologica e neuroscientifica ha anche identificato vari fattori che potrebbero contribuire ad aspetti generali dell'apprendimento e della memorizzazione per la maggior parte delle persone. Prima di tutto, bisognerebbe tenere a mente che il cervello umano apprende individuando particolari schemi che tende a ripetere nel tempo. È risaputo, infatti, che "i neuroni che si attivano assieme, rafforzano le reciproche connessioni" (Hebb, 1949): la ripetizione di particolari associazioni rafforza i legami fra i neuroni e le aree cerebrali, consolidando nuovi ricordi e abilità.

In secondo luogo, il coinvolgimento dell'attenzione e dell'emotività favorisce enormemente l'acquisizione e la conservazione di nuovi ricordi. Il cervello tende ad assegnare un significato speciale agli eventi associati a emozioni positive o negative; tali eventi lasceranno una traccia più forte rispetto a quelli "neutri". Inoltre, provare stress nel momento in cui si impara può favorire il focus attentivo e si ritiene che migliori la formazione della memoria, quantunque livelli elevati di stress e ansia possono, al contrario, pregiudicare il recupero mnemonico e le prestazioni. Alla luce di tali osservazioni, si sono diffuse tecniche che permettono di migliorare la concentrazione e controllare i livelli di ansia, come la meditazione, al fine di sostenere il percorso di apprendimento sia per i bambini sia per gli adulti. A tal proposito, anche l'attività fisica può rivelarsi determinante nel processo di apprendimento, in quanto, da un lato, riduce ansia e stress e, dall'altro, favorisce la plasticità cerebrale e l'acquisizione di nuovi ricordi. Infine, va ricordato che la lettura e l'immaginazione costituiscono importanti strategie di apprendimento, poiché inducono l'attivazione delle stesse aree cerebrali coinvolte nell'effettiva esecuzione di azioni specifiche o nell'uso di particolari abilità, sebbene, certamente, non siano efficaci come la pratica diretta, che porta all'attivazione più forte e più affidabile delle aree

cerebrali legate al compito da eseguire e, quindi, alla forma di apprendimento più efficiente e precisa.

Date queste premesse, non sorprende, ad esempio, che in diversi paesi molte scuole abbiano introdotto nuovi programmi sperimentali che prevedono esperienze pratiche e giochi di apprendimento volti a creare un maggior coinvolgimento emotivo e attenzionale dei ragazzi, nonché corsi specifici dedicati alle pratiche di meditazione e/o ad attività fisiche, che potrebbero migliorare la gestione dello stress e potenziare le abilità di apprendimento. Benché tali approcci siano al momento limitati a pochi contesti scolastici, si auspica che la loro applicazione possa diventare il nuovo standard per l'istruzione dei bambini nei prossimi anni.



Un aspetto significativo consiste nel fatto che le strategie per favorire la concentrazione nei processi di apprendimento diverranno verosimilmente sempre più importanti nella società moderna e tecnologicamente avanzata. Infatti, come suggeriscono molti studi, alcune persone fanno un crescente affidamento sui nuovi dispositivi tecnologici (come smartphone, tablet ecc.) e sull'enorme quantità di informazioni reperibile su internet, e di fatto contano meno

sulle risorse cerebrali cognitive e mnemoniche. Quindi, se internet può consentire a tutti di ridurre la fatica cerebrale e il tempo impiegato per portare a termine una varietà di compiti differenti, potrebbe anche ridurre la necessità di concentrarsi e ricordare le cose. Si tratta di un'idea ben illustrata da un recente studio scientifico, che dimostrava come, nel corso di una visita a un museo, coloro che scattavano fotografie, facendo quindi affidamento su fonti di memoria esterne, ricordavano meno dettagli delle opere rispetto a quelli che le osservavano solamente. Inoltre, la ridotta capacità di concentrarsi potrebbe rendere le persone più inclini a passare velocemente da un'attività all'altra (multitasking), con ripercussioni negative a livello di prestazione cognitiva, memoria e processi creativi. I neuroscienziati stanno ancora studiando attivamente gli effetti dei progressi tecnologici e della tendenza verso una sorta di alleggerimento cognitivo (che deriva dal ricorso ai dispositivi esterni) sul funzionamento del cervello e sulla prestazione cognitiva. Risulta, tuttavia, già evidente che bisognerà trovare un giusto equilibrio tra l'affidarsi alle risorse cognitive personali e il basarsi sugli strumenti tecnologici, al fine di sfruttare entrambi al meglio.

Stimolazione cerebrale e potenziamento cognitivo

Alcune delle tecniche adottate dai ricercatori per studiare il funzionamento del cervello umano permettono di stimolare o inibire direttamente particolari regioni cerebrali. La ricerca impiega tali tecniche prevalentemente per esaminare il ruolo delle diverse aree cerebrali in particolari compiti o funzioni cognitive, ma gli stessi metodi si potrebbero utilizzare per indurre l'attivazione e il potenziamento di specifiche reti cerebrali. Ricordiamo che nel cervello il principio chiave per l'apprendimento è: "i neuroni che si attivano assieme, rafforzano le reciproche connessioni"; quindi le connessioni neuronali si rafforzano a ogni attivazione. Tale principio di base spiega perché la ripetizione (attivazione ripetuta) è tanto importante per imparare, e ha portato i ricercatori a ipotizzare un possibile effetto benefico di attivazioni neurali innescate artificialmente dall'esterno sui processi di apprendimento.

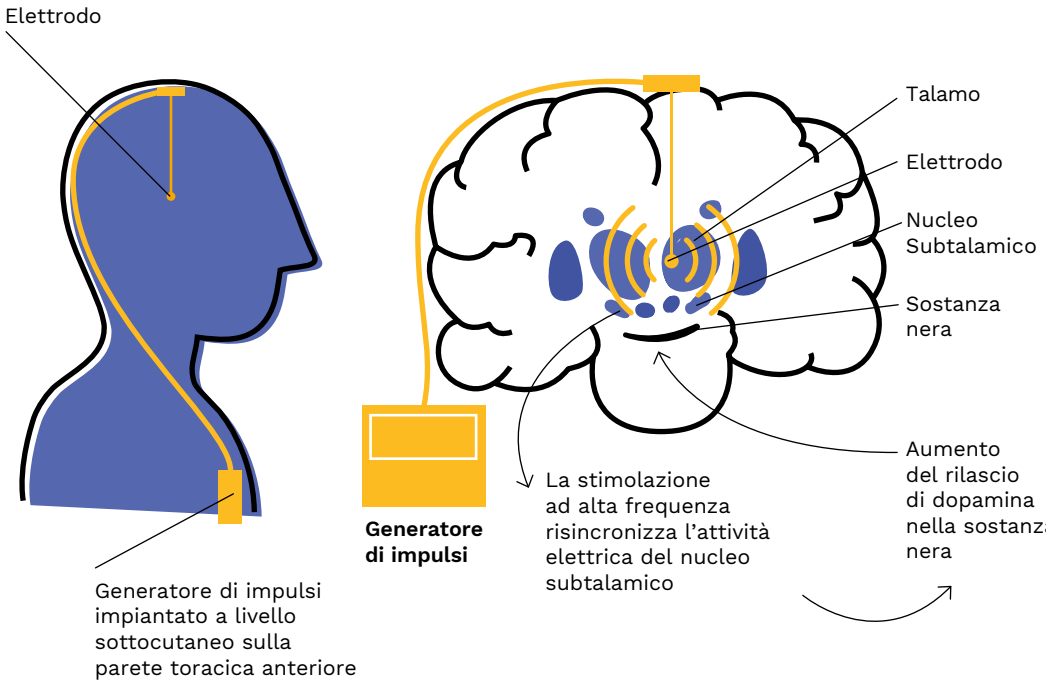
Transcranial Magnetic Stimulation
What is it and how does it work?

La stimolazione transcranica a corrente diretta (tDCS) applica una corrente diretta costante a basso voltaggio, attraverso degli elettrodi posizionati sul cuoio capelluto, inducendo variazioni nell'attività di porzioni relativamente ampie di corteccia cerebrale. Analogamente, la tecnica della stimolazione magnetica transcranica (TMS) prevede l'applicazione di un campo magnetico variabile a livello del cuoio capelluto, che induce modifiche dell'attività elettrica all'interno di una piccola regione del cervello (induzione elettromagnetica). Le due tecniche sono ampiamente usate

nella ricerca di base per esplorare specifiche aree cerebrali e indagarne la funzione, ma sono anche state proposte quali potenziali approcci complementari per il trattamento di diverse condizioni patologiche, fra cui, ad esempio, la depressione maggiore, il morbo di Parkinson e il morbo di Alzheimer.

Molti filoni di indagine stanno valutando anche il potenziale uso di tDCS e TMS per il potenziamento cognitivo e per accelerare l'apprendimento nei soggetti sani. In particolare, diversi studi che hanno impiegato la tDCS per stimolare la corteccia motoria hanno registrato un miglioramento dell'apprendimento di abilità motorie. Sebbene studi successivi abbiano messo in discussione una effettiva influenza della tDCS sul funzionamento del cervello e occorrano ulteriori ricerche per chiarirne la possibile utilità nell'accelerare la plasticità cerebrale, esistono già applicazioni commerciali. Halo Sport (www.haloneuro.com), ad esempio, offre un set di cuffie dotate di dispositivi per una lieve stimolazione a corrente diretta, che servirebbe a "innescare" la corteccia motoria prima di praticare sport, favorendo il successivo apprendimento. Effettivamente, l'attivazione preventiva delle aree motorie potrebbe favorire (innescare) le attivazioni successive delle stesse aree e quindi facilitare la formazione o il consolidamento delle connessioni fra i neuroni.

Se tDCS e TMS consentono soltanto una stimolazione "superficiale" (ovvero corticale) delle aree cerebrali, altri approcci permettono di stimolare direttamente strutture cerebrali che si trovano più in profondità. La stimolazione cerebrale profonda (DBS) è nata come trattamento per pazienti con distonia (disturbo motorio che comporta la contrazione incontrollata dei muscoli), tremori essenziali e morbo di Parkinson resistenti ai farmaci. Tale metodo prevede l'introduzione, in una parte specifica del cervello, di un elettrodo che va poi collegato a un generatore di impulsi (pacemaker), in genere impiantato sottopelle nella regione frontale superiore del torace.



Elettrodo
Piccolo pezzo di metallo o altro materiale, impiegato per trasportare la corrente elettrica da una fonte di energia a un corpo vivente e viceversa.

Stimolazione transcranica a corrente diretta
Approccio che usa una corrente diretta costante a basso voltaggio, trasmessa attraverso elettrodi posizionati sul cuoio capelluto per indurre variazioni nell'attività delle regioni cerebrali.

Stimolazione magnetica transcranica
Tecnica che prevede l'applicazione di un campo magnetico variabile sul cuoio capelluto per indurre cambiamenti di attività elettrica in una piccola regione cerebrale corticale.

Stimolazione cerebrale profonda
Impulsi elettrici rilasciati in specifiche aree cerebrali attraverso elettrodi impiantati a seguito di intervento neurochirurgico.

L'applicazione di alcuni elettrodi, collegati a uno stimolatore, in certe aree del cervello può aiutare a controllare i sintomi di molte malattie neurologiche. Negli ultimi anni, tale approccio è stato testato, con risultati relativamente incoraggianti, in molte condizioni cliniche, quali, ad esempio, la sindrome di Tourette, l'emicrania, i disordini di coscienza (come lo stato vegetativo), il recupero dall'ictus, la demenza, il disturbo ossessivo-compulsivo, la depressione e il dolore. Secondo l'ipotesi alla base di tale approccio, la DBS esercita i suoi effetti terapeutici bloccando l'attività irregolare e patologica del bersaglio della stimolazione sostituendola con un pattern regolare indotto dallo stimolatore. Nonostante l'uso di tali approcci sia attualmente limitato alle condizioni patologiche, per via della possibilità che si verifichino effetti collaterali (in particolare, reazioni avverse al corpo estraneo), alcuni scienziati credono fermamente che questi dispositivi troveranno applicazione nei soggetti sani, sia per potenziare temporaneamente specifiche funzioni cognitive sia per consentire un'interazione fluida e continua tra persona e computer.

In conclusione, la ricerca psicologica e neuroscientifica sta facendo progredire rapidamente sia la conoscenza dei meccanismi coinvolti nell'apprendimento e nella memoria sia quella degli approcci che potrebbero consentire di sfruttare tali meccanismi al fine di trarre il massimo profitto dalle potenzialità del cervello. Come è emerso in questo capitolo, tali approcci possono includere: strategie di training ottimizzate e personalizzate, regolare esercizio fisico, tecniche di meditazione e miglioramento della gestione dello stress, igiene del sonno e dieta alimentare ben bilanciata, lavoro in ambienti puliti e ordinati, ma stimolanti, e infine l'uso di innovative tecniche di stimolazione cerebrale. In futuro si potrebbe riuscire a combinare tutti questi diversi approcci al fine di accelerare e sfruttare al massimo la plasticità cerebrale relativa all'apprendimento.

haloneuro.com

Master Movement Faster
Olympian & Trainer
Kim Glass

Halo Neuroscience

The mission at Halo Neuroscience is to improve lives by enabling anyone to unlock their brain's full potential. Before Halo, its founding team spent more than a decade developing the world's first closed-loop neurostimulation device for epilepsy patients. After achieving unanimous FDA approval and changing the lives of thousands of patients, they founded Halo Neuroscience in 2013.
Halo Sport is a headset that stimulates the part of the brain responsible for muscle movement, with the goal to accelerate training gains.
It works by temporarily placing the brain's motor cortex (the part of your brain responsible for muscle movement) into a state of "hyperplasticity", or hyperlearning. It does this using transcranial direct current stimulation (tDCS), which applies a mild electric field to the motor cortex.
This temporarily optimizes the connection between the brain and muscles.

halo
neuroscience

Total Funding $24.6 Mln

Last Round $1 Mln
April 2018
Series B II

INTERVISTA

Prof. **Nadia Bolognini**
University of Milano Bicocca, Department of Psychology, & IRCCS Istituto Auxologico Italiano, Laboratory of Neuropsycology

Che cosa si intende per "plasticità neurale"? E come possiamo studiarla con gli strumenti delle neuroscienze?

La plasticità è una proprietà fondamentale del cervello, che gli consente di riorganizzare la propria struttura e le proprie funzioni al fine di adattarsi a condizioni in continua evoluzione, come le pressioni ambientali, le modifiche fisiologiche (ad esempio le perdite funzionali dovute all'invecchiamento o alle malattie cerebrali), le esperienze (l'apprendimento), sfuggendo al contempo alle restrizioni legate al genoma. L'espressione "plasticità neurale" si usa quindi per denotare le variazioni a livelli differenti del sistema nervoso centrale, che potrebbero spiegare le diverse forme di modificabilità comportamentale temporanea o permanente. I neuroscienziati possono adottare vari strumenti per valutare e misurare la neuroplasticità, a seconda della questione da affrontare e della specie studiata. Per esempio, se ci si occupa di plasticità neurale associata all'apprendimento negli esseri umani, si possono usare tecniche di imaging cerebrale (come risonanza magnetica funzionale ed elettroencefalografia) per rilevare cambiamenti nell'attività cerebrale e di connettività funzionale. Si può studiare l'apprendimento anche negli animali da laboratorio, analizzando la plasticità neurale mediante la registrazione cellulare o misurazioni post mortem della morfologia neuronale.

Quali sono i Suoi principali interessi di ricerca e i Suoi contributi più recenti alla comprensione della plasticità cerebrale in condizioni fisiologiche e patologiche?

Sono una neuropsicologa e sono interessata principalmente a studiare la plasticità neurale da una prospettiva riabilitativa. Uno dei miei più importanti contributi in questo ambito riguarda lo sviluppo di strumenti non invasivi per la riabilitazione di

pazienti colpiti da ictus che hanno riportato disturbi cognitivi, sensoriali e motori. Per fare un esempio, sto studiando l'efficacia terapeutica della stimolazione elettrica transcranica (tES), una forma molto semplice e indolore di polarizzazione cerebrale, che prevede l'applicazione prolungata di corrente elettrica a bassa intensità sul cuoio capelluto per modulare l'attività cerebrale in maniera non invasiva. A seconda dei parametri di stimolazione, è possibile facilitare o reprimere l'attività cerebrale, con effetti comportamentali variabili. In caso di ictus, la TES dovrebbe teoricamente rafforzare gli effetti di trattamenti standard di riabilitazione fisica e cognitiva, agendo su meccanismi di plasticità neurale per promuovere e modellare le modifiche cerebrali necessarie per il recupero delle funzioni perdute. Si può migliorare il recupero post-ictus anche grazie all'utilizzo di specifiche forme di stimolazione sensoriale. Per esempio, è possibile guidare la riscrittura dei circuiti neurali anche attraverso stimolazioni multisensoriali, ovvero esponendo il cervello alla stimolazione simultanea di sensi diversi (vista, tatto, udito). Ho sviluppato una procedura per la riabilitazione dalla perdita di campo visivo dovuta a lesioni cerebrali, che sfrutta la tendenza naturale e fondamentale del cervello umano a integrare le informazioni provenienti da diversi canali sensoriali; tale funzione, nota come integrazione multisensoriale, pare venga risparmiata in molte patologie cerebrali, il che offre una strategia compensatoria rispetto ai deficit sensoriali tramite il reclutamento dei sensi ancora integri.

Esistono tecniche specifiche per favorire o accelerare la plasticità neurale in condizioni fisiologiche o patologiche (per esempio in seguito a danno cerebrale)?

Esiste ora una vasta letteratura scientifica riguardo le strategie disponibili per interagire con la plasticità di un cervello sano o in condizioni patologiche. Dovremmo considerare il cervello

come un oggetto malleabile, in grado di attivare mutamenti a cascata come conseguenza di ciascun input sensoriale, atto motorio, associazione, segnale di gratificazione, piano d'azione o consapevolezza. In tale prospettiva, il comportamento potrebbe condurre a modifiche nei circuiti cerebrali, così come mutamenti nei circuiti cerebrali potrebbero determinare modifiche comportamentali. La ricerca neuroscientifica si sta impegnando a fondo nello sviluppo di nuovi modi e strumenti per sfruttare al meglio la malleabilità del cervello nel caso di molte malattie neurologiche e psichiatriche. Alcuni strumenti terapeutici a disposizione sono molto sofisticati, pensiamo ad esempio agli impianti neurali, che sono dispositivi tecnologici direttamente collegati al cervello del paziente. Altri sono più facilmente realizzabili dal punto di vista tecnico, come la stimolazione sensoriale (ad esempio il training musicale, trucchi come le illusioni percettive), gli interventi psicologici (strategie mentali, meditazione), nonché i miglioramenti ambientali (strutture esterne tecnologiche e istituzionali) a supporto della cognizione. Nel complesso, le evidenze attuali sono molto promettenti e mostrano che possiamo influire in modo efficace sulla plasticità cerebrale modulando il comportamento umano e i sintomi clinici.

Quali implicazioni possono avere tali approcci sulle condizioni patologiche? È possibile usare la stimolazione cerebrale per potenziare l'apprendimento e la memoria nei soggetti sani?

Le tecniche di stimolazione cerebrale, come la suddetta tES, offrono opzioni terapeutiche incoraggianti e la speranza di riuscire a migliorare e accelerare il recupero dai danni cerebrali rinforzando o modellando in maniera efficace

INTERVISTA

la plasticità neurale. Potenzialmente, la stimolazione cerebrale potrebbe rivelarsi utile anche per agire su alcune conseguenze devastanti dei danni cerebrali che si manifestano anche nel periodo prenatale dello sviluppo umano.

Le tecniche di stimolazione cerebrale si potrebbero impiegare anche sui soggetti sani, per esempio per r le naturali capacità cognitive degli esseri umani. Questo concetto è il nucleo del cosiddetto "potenziamento cognitivo", vale a dire il consolidamento delle abilità cognitive tramite il miglioramento o l'incremento dei sistemi di elaborazione delle informazioni interne ed esterne. Una persona che manifesti un tale potenziamento cognitivo non ha necessariamente capacità cognitive particolarmente elevate ("super"), ma può aver beneficiato di un intervento che migliora le prestazioni di un sistema cognitivo, quale ad esempio la memoria. Tuttavia, questa sorta di "neurologia cosmetica" solleva questioni etiche, a livello individuale e sociale.

Molto rimane da apprendere e sperimentare in questo campo affascinante (e clinicamente importante) della plasticità neurale, che si colloca nell'interfaccia tra le neuroscienze di base e la neurologia clinica.

GLOSSARIO

APPROFONDIMENTI: FORMAZIONE E APPRENDIMENTO

05

Autismo
Disturbo dello sviluppo che influisce, fra l'altro, sul modo in cui una persona si comporta o interagisce con gli altri, comunica e impara.

Dislessia
Disturbo dell'apprendimento concernente la sfera del linguaggio, caratterizzato da problemi di lettura, indipendentemente dal grado di intelligenza.

Elettrodo
Piccolo pezzo di metallo o altro materiale, impiegato per trasportare la corrente elettrica da una fonte di energia a un corpo vivente e viceversa.

Ipotesi dell'efficienza neurale
Alcuni studi di neuroimaging hanno rivelato che le persone più intelligenti mostrano un'attivazione cerebrale inferiore (più efficiente) rispetto alle persone meno brillanti durante l'esecuzione di compiti di bassa o moderata difficoltà.

Plasticità neurale
Caratteristica specifica che permette al cervello di modificarsi in base all'esperienza, anche in maniera permanente, lungo l'intero arco della vita.

GLOSSARIO

APPROFONDIMENTI: FORMAZIONE E APPRENDIMENTO

05

Stimolazione cerebrale profonda
Impulsi elettrici rilasciati in specifiche aree cerebrali attraverso elettrodi impiantati a seguito di intervento neurochirurgico.

Stimolazione transcranica a corrente diretta
Approccio che usa una corrente diretta costante a basso voltaggio, trasmessa attraverso elettrodi posizionati sul cuoio capelluto per indurre variazioni nell'attività delle regioni cerebrali.

Stimolazione magnetica transcranica
Tecnica che prevede l'applicazione di un campo magnetico variabile sul cuoio capelluto per indurre cambiamenti di attività elettrica in una piccola regione cerebrale corticale.

Visualizzatori
Persone che imparano prevalentemente dalle immagini.

Verbalizzatori
Persone che imparano prevalentemente dai testi.

Bibliografia

Plasticità cerebrale ed efficienza cognitiva

Jung, R.E. and Haier, R.J., 2007. *The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: converging neuroimaging evidence*. Behavioral and Brain Sciences, 30(2), pp.135-154.

Neubauer, A.C. and Fink, A., 2009. *Intelligence and neural efficiency*. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 33(7), pp.1004-1023.

Bernardi, G., Ricciardi, E., Sani, L., Gaglianese, A., Papasogli, A., Ceccarelli, R., Franzoni, F., Galetta, F., Santoro, G., Goebel, R. and Pietrini, P., 2013. *How skill expertise shapes the brain functional architecture: an fMRI study of visuo-spatial and motor processing in professional racing-car and naïve drivers*. PloS one, 8(10), p.e77764.

Naito, E. and Hirose, S., 2014. *Efficient foot motor control by Neymar's brain*. Frontiers in human neuroscience, 8, p.594.

Training, apprendimento e cervello

Klingberg, T., 2013. *The learning brain: Memory and brain development in children*. Oxford University Press, USA.

Shansky, R.M., 2015. *Sex differences in the central nervous system*. Academic Press.

Koć-Januchta, M., Höffler, T., Thoma, G.B., Prechtl, H. and Leutner, D., 2017. *Visualizers versus verbalizers: Effects of cognitive style on learning with texts and pictures–An eye-tracking study*. Computers in Human Behavior, 68, pp.170-179.

Hensch, T.K. and Bilimoria, P.M., 2012, July. Re-opening Windows: *Manipulating Critical Periods for Brain Development. In Cerebrum: the Dana forum on brain science* (Vol. 2012, pp. 11-11). Dana Foundation.

Henkel, L.A., 2014. *Point-and-shoot memories: The influence of taking photos on memory for a museum tour*. Psychological science, 25(2), pp.396-402.

Stimolazione cerebrale e potenziamento cognitivo

Frati, P., Kyriakou, C., Del Rio, A., Marinelli, E., Montanari Vergallo, G., Zaami, S. and P Busardo, F., 2015. *Smart drugs and synthetic androgens for cognitive and physical enhancement: revolving doors of cosmetic neurology*. Current neuropharmacology, 13(1), pp.5-11.

Rosa, M.A. and Lisanby, S.H., 2012. *Somatic treatments for mood disorders*. Neuropsychopharmacology, 37(1), p.102.

Groppa, S., Oliviero, A., Eisen, A., Quartarone, A., Cohen, L.G., Mall, V., Kaelin-Lang, A., Mima, T., Rossi, S.E., Thickbroom, G.W. and Rossini, P.M., 2012.
A practical guide to diagnostic transcranial magnetic stimulation: report of an IFCN committee. Clinical Neurophysiology, 123(5), pp.858-882.

Kringelbach, M.L., Jenkinson, N., Owen, S.L. and Aziz, T.Z., 2007.
Translational principles of deep brain stimulation. Nature Reviews Neuroscience, 8(8), p.623.

Sitografia

https://www.youtube.com/watch?v=GdsAcNKD9i0

https://theguardian.com/education/2016/jun/18/how-physical-exercise-makes-your-brain-work-better?CMP=share_btn_tw

https://www.youtube.com/watch?v=BHY0FxzoKZE

https://www.youtube.com/watch?v=NgDGIcxYrhQ

https://www.youtube.com/watch?v=YsYHqfk0X2A

https://www.youtube.com/watch?v=bwchix_YRUM

06

Approfondimenti: **Aspetti Legali ed Etici**

Impatto etico, legale e sociale delle neuro-scienze

Problemi etici inerenti le neuroscienze, sviluppi futuri
Gli sviluppi recenti nell'ambito delle neuroscienze hanno portato alla luce dilemmi etici, legali e sociali riguardo al potenziale impatto dei risultati della ricerca scientifica. Fra gli altri problemi, concentreremo la nostra attenzione su alcuni dei cambiamenti pratici che la nostra sempre miglior comprensione del funzionamento cerebrale implicherà per la società in generale. Per esempio, dovremmo leggere il cervello di un testimone (per scoprire il colpevole) anche contro la sua volontà, una volta sviluppata una tecnologia atta a tale scopo? Sarebbe moralmente accettabile usare potenziatori cognitivi (cognitive enhancers) in un test d'ammissione alla facoltà di medicina? Perché, o perché no? In merito a scelte più personali, dovremmo modificare la biochimica del nostro cervello in modo da adattarla alle nostre preferenze?

Imaging cerebrale per un testimone in tribunale: è etico?

Nel 2011, usando la risonanza magnetica funzionale (fMRI), un gruppo di neuroscienziati dell'Università della California, Berkeley, è riuscito a ricreare le immagini di un film – anche se molto approssimative nella loro definizione visiva – attraverso l'analisi dei dati misurati durante l'attività della corteccia visiva dei soggetti. Questo esperimento, che ha rappresentato una svolta, ha spianato la strada all'ipotesi (sempre più vicina alla realtà) che in un futuro non troppo distante saremo in grado di estrapolare i sogni e i ricordi delle persone utilizzando la stessa tecnica.

Studi più recenti di neuroimaging hanno confermato la fattibilità pratica di tale idea, dimostrando che il contenuto generale di sogni e pensieri spontanei può essere identificato sulla base del pattern di attività cerebrale osservato in specifiche aree del cervello. Alcuni studi hanno avanzato l'ipotesi che l'attività cerebrale possa differenziarsi quando i soggetti richiamano alla mente scene provenienti dai propri ricordi, rispetto a quando cercano di immaginare scene che non hanno vissuto di persona. Sebbene questi studi debbano comunque essere considerati come valutazioni preliminari, a causa della loro precisione e generalizzabilità

ancora relativamente limitate, essi indicano anche che il più intimo contenuto della nostra mente potrebbe divenire in futuro accessibile agli scienziati. Tali scenari sarebbero particolarmente rilevanti nei tribunali, dato che la possibilità di estrarre immagini decisive, per esempio, di uno stupratore (immagini altrimenti offuscate dallo shock subito dalla vittima del reato), contribuirebbe a garantire la giustizia, potendoci quindi spingere a pensare che un tale strumento sia eticamente privo di problemi. In realtà non è proprio così, e bisognerebbe dedicare qualche profonda riflessione alle implicazioni di questa prospettiva.

Innanzitutto, avremmo problemi legati al diritto di non autoincriminarsi. Diversamente dalla situazione attuale, infatti (dove un avvocato non può chiedere a un sospetto in tribunale di autoaccusarsi, salvo che lui stesso decida di confessare), questa tecnologia potrebbe permettere alle autorità di acquisire informazioni decisive dal sospetto (ossia ricordi dell'evento di reato) e fornire loro prove sufficienti a condannarlo. Concettualmente, questo potrebbe essere il modo giusto di procedere in termini di risultati, naturalmente, ma sposterebbe l'onere della prova e limiterebbe enormemente il nostro diritto di dire di no all'autorità. In modo meno positivo, potremmo chiederci: che cosa succederebbe in seguito? La proiezione delle nostre azioni durante i nostri spostamenti al supermercato? Sembra ovvio che in questo dibattito si radica il ruolo che vogliamo concedere al diritto alla privacy – e al relativo principio di autonomia.

L'idea della privacy è spesso connessa a quella di mantenere uno spazio libero dagli altri, in base al principio della "personalità inviolata", che è parte di un diritto più generale all'immunità della persona che viene normalmente concesso. In particolare, in una società come la nostra che rispetta l'autonomia dell'individuo a volte in maniera estrema, violare il diritto alla privacy potrebbe rappresentare una rivoluzione culturale.
Un'altra questione, strettamente connessa, legata all'analisi dei ricordi è il fatto che non sono così fissi come si potrebbe pensare. In altre parole, con il passare del tempo modifichiamo la composizione delle nostre memorie. Questo ha rilevanza per un certo numero di ragioni, ma per limitare la nostra analisi ad alcune di esse, vale la pena di notare che:

Nature International weekly journal of science
Lighter sentence for murderer with 'bad genes'

a) Tali variabili dovrebbero indurre a farci maggiori domande sull'affidabilità che vogliamo attribuire a questo strumento quasi realizzabile.
b) Il rischio di "hackeraggio" dei nostri ricordi è molto alto e potrebbe essere di due tipi: uno, i ricordi potrebbero esserci rubati e, due, potrebbero essere modificati (prima di una testimonianza, per esempio).
L'enorme impatto che questo modo di leggere il nostro cervello potrebbe avere sulla società richiede attenzione estrema e un approccio equilibrato a quella che potrebbe essere una tecnologia al tempo stesso utile e minacciosa.

Diritto alla privacy
Un elemento che reprime quegli atti, da parte della pubblica autorità o di privati, che minaccino la privacy delle persone.

Dovremmo fissare un limite all'accrescimento della nostra conoscenza? Vogliamo superuomini 'dopati'?
Negli ultimi anni, l'uso di potenziatori cognitivi ha subito un drastico incremento in tutto il mondo (dall'ambiente universitario all'esercito e ai luoghi di lavoro), con picchi considerevoli nei paesi occidentali. Possiamo definire

i potenziatori cognitivi come un gruppo di sostanze che possono migliorare le capacità cognitive mediante l'alterazione dell'equilibrio chimico del nostro cervello. I potenziatori cognitivi possono accrescere memoria, prontezza, apprendimento, attenzione nonché funzioni esecutive come la soluzione di problemi, la pianificazione e l'inibizione. Le sostanze usate più comunemente (e considerate più efficaci) sono medicinali "off-label", ossia commercializzati per il trattamento di vari disturbi – dall'ADHD e le malattie neurodegenerative alla narcolessia – e assunti invece da persone sane che desiderano migliorare le loro performance cognitive e intellettuali.

Il potenziamento cognitivo nell'ambiente universitario è particolarmente preoccupante, perché il fatto che i medicinali "off-label" possano essere acquistati mediante canali legali, semi-legali e illegali non sembra fermare questa tendenza sempre più rilevante. Una relazione pubblicata nel 2015 dalla Federal Substance Abuse and Mental Health Services Administration sottolinea come ogni anno più di 135.000 studenti universitari negli USA comincino a usare stimolanti su prescrizione medica allo scopo di migliorare le prestazioni cognitive. Inoltre, la relazione mostra come questi medicinali "off-label" siano maggiormente richiesti all'approssimarsi dei momenti chiave dell'anno accademico. Il problema è sicuramente connesso alla dimensione legale del fenomeno (a livello mondiale sembrano esserci troppe lacune giurisdizionali per poter affrontare in modo appropriato il mercato nero che gira intorno ai potenziatori cognitivi), ma la questione etica è forse ancora più pressante.

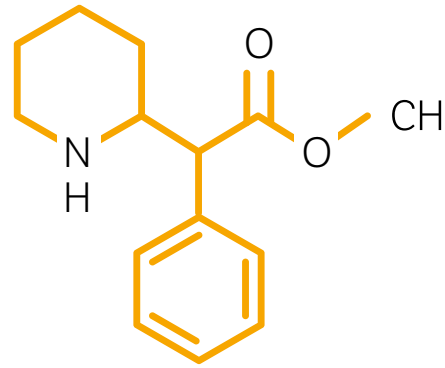
La Convenzione delle Nazioni Unite sulle Sostanze Psicotrope, attualmente recepita da molti paesi, mette esplicitamente il metilfenidato (uno dei più comuni medicinali "off-label" usati come potenziatori cognitivi) nella Tabella II (un gruppo di medicinali che comprende le sostanze

controllate a uso medico noto). Di conseguenza, esiste, a carico di tutti quei paesi che hanno ratificato la Convenzione, l'obbligo di regolare la distribuzione di metilfenidato conformemente a tale classificazione. Quindi, in alcune giurisdizioni le sanzioni legali legate all'uso di potenziatori cognitivi per motivi di studio possono includere la responsabilità per danni e l'incarcerazione se il metilfenidato viene dato o venduto a persone "sane" che non hanno bisogno di cure mediche. Il modafinil (un altro dei principali medicinali usati per motivi di potenziamento cognitivo da persone sane), d'altro canto, non esisteva al momento in cui la Convenzione è stata stilata e, di conseguenza, la legislazione intorno al modafinil è molto flessibile e varia molto da paese a paese. Tuttavia, studi recenti hanno dimostrato come la natura di potenziatore del modafinil a livello neurologico differisca molto da sostanze quali caffeina e nicotina, che rappresentano potenziatori cognitivi forse più accettati socialmente, ma non molto utili in termini di un miglioramento effettivo della performance.

In particolare, recentemente alcuni ricercatori hanno sostenuto che l'accrescimento della performance cognitiva potrebbe essere considerato un contributo al benessere della società quando è applicato ad alcune professioni specifiche (per esempio, i chirurghi potrebbero migliorare la loro pratica e ottenere migliori risultati grazie al potenziamento di attenzione, memoria operativa e autocontrollo), spingendoci a domandarci se il diritto al potenziamento cognitivo possa divenire presto un dovere in alcuni contesti professionali.

Potenziatori cognitivi (o "smart drugs")
Sostanze che permettono a una persona di superare il proprio standard di performance in un dato contesto. Alcune di esse sono comunemente usate per ridurre i sintomi di patologie come l'Alzheimer o la malattia di Parkinson. La maggior parte dei potenziatori cognitivi stimola sistemi cerebrali specifici, incrementandone temporaneamente l'attività e la performance.

Dara O Briain's Science Club BBC
What are smart drugs?



Methylphenidate

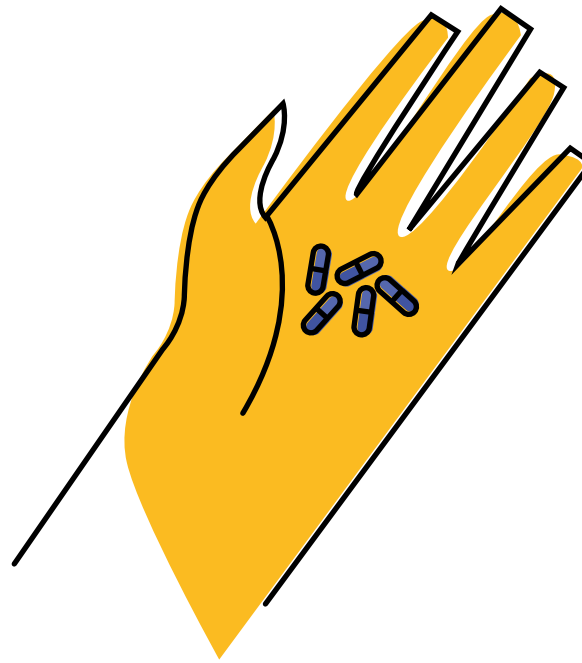
I potenziatori cognitivi non creano nuove risposte comportamentali o fisiologiche, ma modificano semplicemente l'esecuzione di preesistenti 'programmi funzionali' del cervello. Di conseguenza, queste sostanze non possono sostituire i processi standard di pratica e apprendimento.

In amore e in guerra tutto è lecito... o no?
Grazie alle costanti scoperte che stiamo facendo sul funzionamento del nostro cervello, ci stiamo gradualmente rendendo conto con maggiore precisione di quali siano le reazioni che ci rendono dipendenti dai videogiochi, dalla cocaina o... dall'amore. Per quanto possa sembrare strano, tali dipendenze non sono granché differenti in termini biochimici, e quindi, come sostengono alcuni, perché non usare la nostra conoscenza per ricalibrare le nostre risposte emotive in determinate circostanze?

L'argomentazione appare senza dubbio particolarmente forte in situazioni di cuori spezzati incapaci di gestire il dolore associato alla dipartita di una persona amata (dovuta alla sua morte o alla scelta di terminare il rapporto), o nei casi di partner abusanti che non si è in grado di lasciare (violenza domestica). In entrambe le circostanze potremmo essere tentati di pensare che una pillola in grado di "aiutarci" a controllare le nostre emozioni più razionalmente sarebbe un bene. In altre parole, ridurre il nostro amore istintivo a favore di un approccio più razionale sarebbe visto come positivo e considerato probabilmente come una scelta saggia in una società guidata dalla razionalità come la nostra. Effettivamente, un controllo artificiale delle emozioni potrebbe teoricamente apparire utile per un'ampia gamma di condizioni, incluso per esempio il miglioramento delle interazioni sociali in contesti di lavoro, che favorirebbe il benessere psicologico, il lavoro di squadra e la produttività.

Di nuovo, il problema in tale scenario è dove tracciare la linea. Potremmo (o forse dovremmo?) liberarci del tutto dell'amore? Dovremmo spingere per una concettualizzazione dell'amore come malattia potenziale o dovremmo astenerci dal categorizzare questa parte molto sensibile e intima della nostra vita come qualcosa che deve essere "riparato"?

Helen Fisher
The brain in love



Di fatto, l'idea di standardizzare la nostra attrazione per gli altri anche in termini estetici potrebbe, in ultima analisi, non aumentare di molto la nostra libertà, ma piuttosto limitarla.

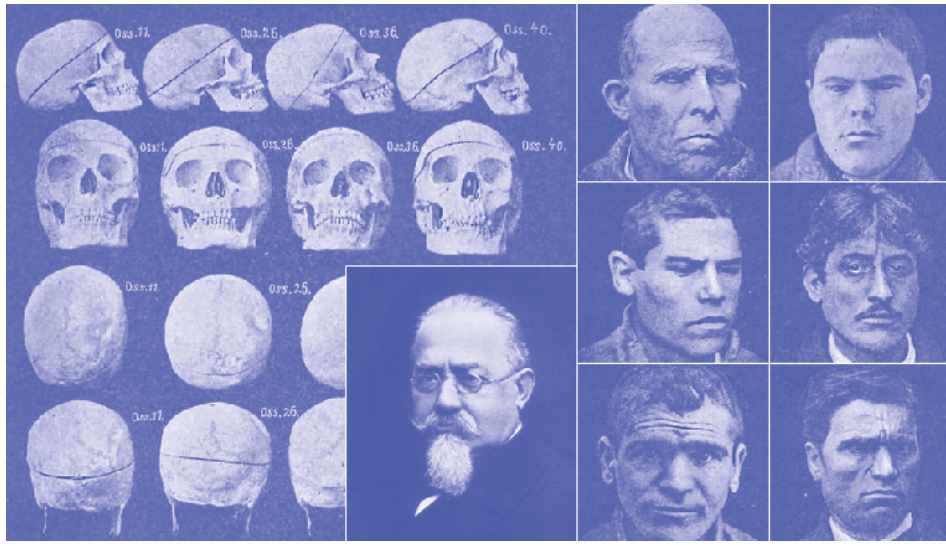
Medicalizzazione
Un processo che definisce come patologie aspetti della natura umana che di solito non sono classificati come tali.

Risulta evidente che, incrementando la nostra conoscenza del cervello e dei meccanismi che regolano le nostre emozioni, il nostro umore e la nostra empatia per gli altri, potremmo essere in grado in futuro di modulare e regolare questi aspetti. E mentre oggi tale prospettiva appare molto remota, e sembra che per questo ambito di ricerca non ci sia bisogno di regolamentazione, nei prossimi decenni le cose potrebbero notevolmente cambiare.

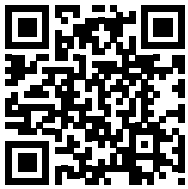
Comprendere il comportamento sociale e antisociale: cattivi o folli?

L'interesse per la scoperta delle radici del comportamento criminale è iniziato molto tempo fa. È passato più di un secolo da quando il famoso criminologo e medico italiano, Professor Cesare Lombroso (Verona, 6 novembre 1835 – Torino, 19 ottobre 1909) dichiarò che "si nasce criminali". Lombroso considerava i difetti e le alterazioni fisiche come prove della tendenza criminale ereditaria. Il suo assunto principale era l'esistenza di una predisposizione ereditaria al comportamento criminale, da considerarsi come "regressione biologica" a uno stadio più primitivo dell'evoluzione umana. Lombroso riteneva che tali criminali mostrassero una percentuale più alta di anomalie fisiche e mentali, denominate "stigmata", rispetto ai non-criminali, come diverse misure insolite del cranio e asimmetrie

o dimensioni esagerate delle ossa facciali. Classificò accuratamente diversi schemi volto-cranio correlati al tipo di crimine commesso. Le teorie di Lombroso ebbero larga influenza in Europa fino all'inizio del XX secolo. Di fatto, la misurazione accurata della forma del cranio, la muscolatura, la forma e la flessibilità delle mani e delle dita, il battito cardiaco e la pressione sanguigna, le espressioni facciali, il temperamento, gli istinti naturali e l'ambiente famigliare facevano parte della normale valutazione psichiatrica di un imputato nel XIX secolo (per esempio, vedi il caso del brigante Musolino, 1902). Tale enfasi sulle cause ereditarie del crimine è stata in seguito decisamente rifiutata a favore dei fattori ambientali.



Ciononostante, nell'ultimo decennio abbiamo assistito a un crescente nuovo interesse per i fattori individuali che potrebbero indicare una predisposizione al comportamento criminale. Gli scienziati si sono concentrati su geni specifici che modulano le reazioni aggressive nei confronti degli altri, lo sviluppo della psicopatia, la dipendenza da sostanze, il



Sam Harris
Science can answer moral questions

gioco d'azzardo e la resistenza a fattori di stress. Allo stesso tempo, il metodo neuroscientifico ha permesso di studiare la "scatola nera" della mente umana, rivelando così notevoli legami fra le alterazioni funzionali o strutturali del cervello e il comportamento criminale. Oggi si presume comunemente che alcuni fattori ereditari (bagaglio genetico) e alcune alterazioni morfologiche e funzionali del cervello, ereditarie o acquisite, possano effettivamente presentare un relativo legame con il comportamento antisociale o aggressivo, sebbene non siano mai considerati sufficienti a determinare un comportamento criminale (in chiaro contrasto con le idee di Lombroso).

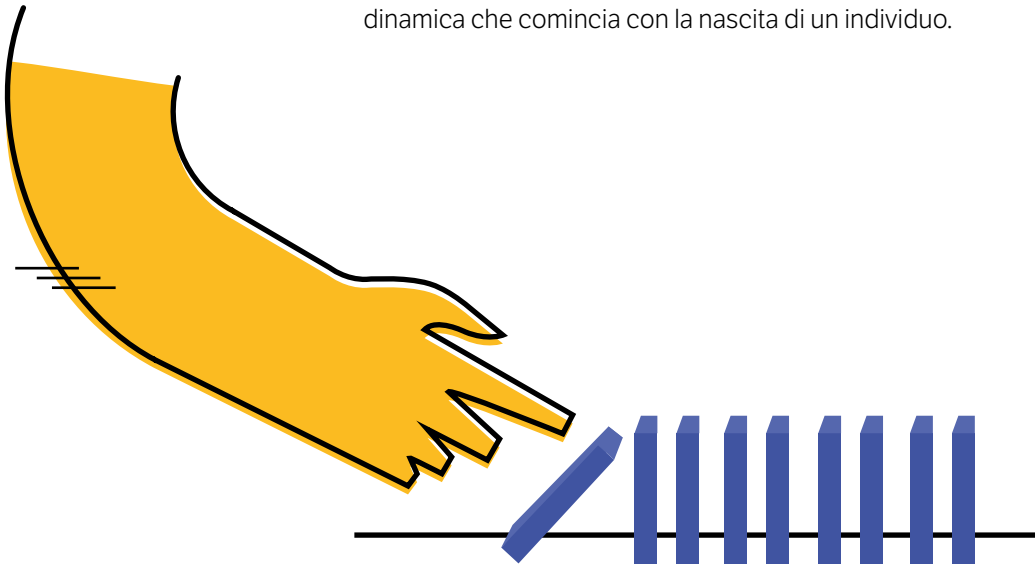
Diversi studi hanno dimostrato che persone che perpetravano aggressioni ricorrenti o commettevano crimini efferati, avevano profili genetici peculiari, che notoriamente alterano la quantità di determinate sostanze rilasciate nel cervello, aumentandone o riducendone la concentrazione nel cervello stesso. In effetti, nel funzionamento del cervello, e quindi nel comportamento, sono normalmente coinvolte sostanze diverse: è il loro disequilibrio che aumenta il rischio di comportamenti devianti, come le reazioni estremamente aggressive, l'abuso di droghe e alcol o la mancanza di empatia nei contesti sociali. Questa è però solo una piccola parte del puzzle che gli scienziati stanno mettendo insieme per comprendere pienamente perché alcune persone agiscano contro le regole del vivere sociale e altre no.

Un altro elemento fondamentale nella comprensione della mente umana proviene direttamente dallo studio delle strutture del cervello e delle multiple interazioni funzionali tra le sue diverse parti. È risaputo che tutte quelle aree del cervello che negli esseri umani si sviluppano più tardi sono dedicate alle capacità relazionali più articolate, al ragionamento complesso e al controllo degli impulsi. I difetti presenti nelle parti frontali del cervello, così come in alcuni organi specifici situati più in profondità (ossia l'amigdala)

possono avere pesanti effetti sul comportamento. Le persone che presentano anomalie come un volume ridotto del cervello nelle sue aree frontali o ridotte interazioni funzionali tra le aree frontali e altre regioni del cervello possono mostrare una serie di sintomi fra i quali l'incapacità di controllare l'impulso ad agire violentemente di fronte a una provocazione, o difficoltà nella comprensione delle circostanze sociali e del punto di vista degli altri. Possono anche mostrare dei deficit nel controllo delle risposte emotive o nel valutare quando assumersi dei rischi è conveniente e quando non lo è. Queste personalità antisociali hanno sovente alle spalle una storia di abusi di droghe e alcol e hanno vissuto durante l'infanzia in un ambiente domestico socialmente negativo.

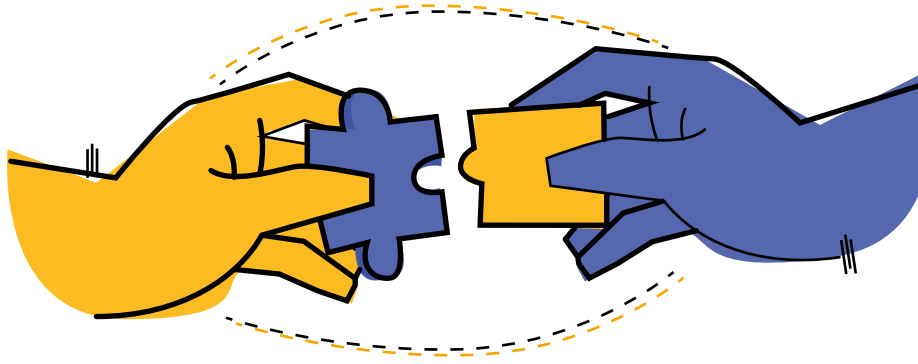
Octavio Choi
TED talk:
"Can Neuroscience help us eradicate psychopathy?"

Ed ecco il terzo elemento cruciale: l'ambiente. La ricerca su popolazioni numerose ha dimostrato che essere portatori di uno o più "geni cattivi" non basta per manifestare comportamenti antisociali. Non esiste nesso causale fra i geni e il comportamento, ma sono entrambi parte di un'interazione dinamica che comincia con la nascita di un individuo.



Non esiste nesso causale fra i geni e il comportamento.

C'è accordo sul fatto che particolari varianti genetiche riscontrate nei criminali non sono così rare nella popolazione generale. Piuttosto che geni antisociali, queste varianti genetiche costituiscono fattori di vulnerabilità all'ambiente, sia positivi sia negativi. In altre parole, nessuno nasce geneticamente cattivo, ma piuttosto geneticamente più sensibile agli stimoli esterni. Le stesse varianti genetiche che aumentano il rischio di comportamenti aggressivi in combinazione con un ambiente negativo, socialmente ed emotivamente deprivato, potrebbero in realtà migliorare la sensibilità agli input ambientali positivi; cosa che potrebbe portare a sviluppare il cosiddetto comportamento prosociale, comprendente la cooperazione, l'altruismo e l'empatia.



Date le premesse di cui sopra, verrebbe da chiedersi se gli scienziati siano in grado di predire il rischio di condotte antisociali di un individuo conoscendo i suoi geni e la struttura del suo cervello, nonché il tipo di ambiente nel quale è cresciuto. Supponiamo di sapere che qualcuno è portatore

di “geni cattivi” e che è cresciuto in una famiglia svantaggiata, ha assistito alla violenza quotidiana fra i genitori, ha cominciato presto a far uso di alcol e droghe: possiamo dire con certezza che presto o tardi commetterà un crimine?

La verità è che questo tipo di predizione sul comportamento futuro di un singolo individuo rimane ancora impossibile nonostante la disponibilità di tecniche scientifiche raffinate e moderne e di un’ampia comprensione delle basi funzionali e psicologiche del comportamento umano. In realtà, ognuno dei fattori descritti nell’esempio precedente può solamente essere considerato un “fattore di rischio” che potrebbe aumentare relativamente la probabilità, ma mai indicare la certezza di un comportamento violento futuro. Quindi, gli scienziati stanno attualmente sviluppando modelli sempre più precisi per valutare il rischio (in termini di probabilità che un evento si verifichi), piuttosto che per prevedere esiti individuali; e questi nuovi strumenti stanno cominciando proprio ora ad avere un ruolo in tribunale...

Per esempio, nel 2009 la corte d’appello di Trieste ha tenuto conto dei dati genetici nel redigere la sentenza di condanna di un uomo che aveva accoltellato un altro uomo a morte in risposta a un insulto ricevuto in un precedente attacco non provocato. Di fatto, si è scoperto che l’aggressore possedeva alcuni geni (monoammino ossidasi A – variante a bassa espressione) che potrebbero determinare una predisposizione all’aggressività e all’impulsività in individui

che hanno vissuto, durante la giovinezza, in un ambiente negativo, traumatico o disfunzionale (come era il caso di quest'uomo). Si è ipotizzato che tale profilo genetico abbia alterato la capacità dell'uomo di controllare e modulare le sue azioni. In base a tali evidenze, la corte d'appello ha ridotto di un anno la pena comminata, da 9 a 8 anni. Questa è stata la prima volta che la genetica comportamentale ha influenzato una sentenza emessa da un tribunale europeo.

Non molto più tardi, nel 2011, il giudice del tribunale di Como ha ridotto la condanna a una condannata per omicidio da 30 a 20 anni di prigione sulla base dei test genetici e di neuroimaging forniti dalla difesa. In questo caso, una donna aveva ucciso sua sorella e bruciato il suo corpo nel cortile di casa. È stata poi arrestata mentre cercava di uccidere sua madre dandole fuoco, dopo diversi tentativi di uccidere entrambi i genitori. I dati di neuroimaging cerebrale raccolti sull'assassina hanno rivelato chiare differenze rispetto al cervello di persone adulte sane, specialmente in quelle aree che controllano l'inibizione e il comportamento aggressivo. I test genetici mostrarono anche che la donna era portatrice degli stessi geni menzionati sopra, direttamente connessi al comportamento violento. Sulla base di tali evidenze e di ulteriori valutazioni psichiatriche, il giudice d'appello argomentò che la donna era mentalmente inferma al momento dei suoi crimini e modulò quindi la sentenza di conseguenza.

Mentre vi è ancora un notevole dibattito sull'uso del neuroimaging e delle informazioni genetiche nei tribunali, gli approcci fondati su tali tecniche rappresentano un tentativo importante di complementare le normali valutazioni psichiatriche e psicologiche con criteri oggettivi e misurabili. Mentre ogni singola misura non offrirà probabilmente mai, di per sé, una valida stima del rischio di comportamenti antisociali, si pensa che una combinazione d'indici multipli,

che valutino fattori diversi e le loro interazioni, renderà possibile un significativo miglioramento nella nostra capacità di spiegare gli atti antisociali di particolari individui. Si può prevedere che il valore di questi nuovi approcci migliorerà in futuro, grazie ai progressi della tecnologia e a nuove scoperte neuroscientifiche e genetiche. In particolare, i ricercatori stanno studiando i legami potenziali fra un grande numero di geni e il comportamento aggressivo o impulsivo, così come la loro interazione potenziale, sia reciproca sia con i fattori ambientali. La conoscenza fornita da questi filoni di ricerca migliorerà sensibilmente in futuro l'accuratezza della stima dei rischi sulla base dei dati genetici. In maniera simile, i neuroscienziati stanno studiando attivamente nel cervello le basi funzionali e strutturali del comportamento antisociale e aggressivo, sia nella popolazione sana "normale" sia nei sottogruppi d'individui con forme aggravate di comportamento antisociale (psicopatici). Tali studi stanno portando a suggerire che l'impulsività e l'aggressività nella popolazione normale o negli psicopatici siano associate a relative alterazioni di una varietà di aree cerebrali, incluse, ma non solo, quelle coinvolte nell'autocontrollo e nella capacità di prendere decisioni. Quindi, per esempio, si è recentemente dimostrato che gli adolescenti con comportamenti impulsivi e antisociali e gli psicopatici presentano alterazioni funzionali e strutturali relative nella regione di materia grigia subcorticale chiamata "striatum". Quest'area è parte della rete cerebrale (che include anche parte della corteccia prefrontale) coinvolta nella "previsione della ricompensa" e nella valutazione delle conseguenze delle azioni, e si è ipotizzato che la sua alterazione rappresenti un fattore che contribuisce al comportamento antisociale. Una migliore conoscenza del rapporto fra (le alterazioni nella) funzione o struttura regionale del cervello e il comportamento, fornirà potenzialmente nuovi e più precisi indici e misure con un potere predittivo sempre più alto.

INTERVISTA

Dario Nardi
Author, speaker and expert in the fields of neuroscience and personality; he currently holds a position as senior lecturer at University of California (Los Angeles)

I progressi nella comprensione del cervello hanno reso le neuroscienze una delle frontiere più attive della ricerca: qual è la Sua opinione al riguardo?

Sì, credo che il 21° secolo sia il secolo del cervello, della mente, e in futuro della coscienza. Nelle neuroscienze si sono fatti molti progressi, alcuni dei quali pratici, ad esempio sul modo migliore in cui le persone tendono a imparare, e così via, ma le applicazioni pratiche non sono così numerose come vorremmo. Ci vuole tempo.

La lettura della mente: usare le neuroscienze come macchina della verità o per analizzare gli stati emotivi. Un nuovo filone nel dibattito "privacy vs sicurezza".

Certo, il brain imaging può rilevare alcuni stati emotivi, ma secondo la mia esperienza le persone che sanno mentire bene ingannano anche il brain imaging: hanno un modo molto efficiente di creare rapidamente menzogne mantenendo il cervello calmo. Quindi non mi fiderei del brain imaging come macchina della verità.

Secondo la Sua opinione, la frontiera delle neuroscienze cambierà l'etica dell'umanità, fondandola di più sul cervello e allontanandola dalle vecchie questioni morali?

Non credo che le questioni morali o etiche spariranno, ma penso che si possa migliorare il modo in cui ne parliamo. Onestamente, credo che fra un secolo gran parte delle ricerche condotte attualmente nell'ambito delle scienze sociali e non fondate sulle neuroscienze saranno considerate prive di valore e dimenticate. Se possiamo rendere gli studi di psicologia, sociologia, comunicazione, scienze politiche (e via dicendo) più scientifici, allora le discussioni saranno più utili e interessanti rispetto alle idee del 19° secolo ancora in uso oggi.

INTERVISTA

Nick Chater
Professor of Behavioral Science at Warwick Business School

Advances in our understanding of the brain have turned neuroscience into one of the hottest frontiers in research: what do you think about it?

There is no question that there have been some huge steps forward in our ability to study the brain. But our understanding of the calculations that the brain is carrying out remains quite limited. For example, the neural network models used in machine learning are the computational methods that most naturally fit with the structure of brain networks; but these models seem, rather frustratingly, to behave in a very different way to human brain. Specifically, they require large amounts of data from which they make very local generalisations, where is the human rating steps and make wildly creative generalisations from small amounts of data, often a single example. I think we are quite far from a convincing theory of what the brain is really doing.

Mind reading: using neuroscience as a lie detector or to analyse emotional states. A new thread in the "privacy vs security" debate.

I suspect that the prospect of mind-reading is not really a worry. In my view, there are no beliefs and desires to be "read off" from the brain, because these are only created after we have made decisions or formulated verbal responses – all explanations of our behavior and language are post-hoc.
The relationship between brain activity and our tendencies to behave in particular ways is very indirect, I think, so it is very unlikely that we will get much beyond fairly crude abilities to guess people's beliefs attitudes, desires, and so on. Hopefully this is reassuring with respect to any concerns about privacy, at least in our lifetimes and I suspect far beyond.

In your opinion, will Neuroscience change humankind ethics, becoming more brain-based and moving away from the old moral questions?

I believe that the traditional moral questions, of how we should act, of values, rights, responsibilities and so on will be as important as ever in the future.
I suspect that the cognitive and social sciences in general will have interesting things to say about these questions. For example, if it turns out that particular moral intuitions can be seen as products of a certain type of reasoning error, which might parallel reasoning errors that we see in other aspects of thought, then we might downplay or discount those intuitions in building our moral theory. One might imagine, for instance, that people may not care 1000 times as much about 1000 deaths, as they do about a single death; and that this might cause policy to be skewed towards reducing lots of minor causes of death rather inefficiently, rather than concentrating resources on efficiently reducing major causes of death, for example through better immunisation, and so on. Neuroscience will be relevant to the extent that it helps us understand cognition and social interaction; but I suspect that it will not have much direct impact on how we understand morality.

GLOSSARIO APPROFONDIMENTI: ASPETTI LEGALI ED ETICI

6

Potenziatori cognitivi (o "smart drugs")
Sostanze che permettono a una persona di superare il proprio standard di performance in un dato contesto. Alcune di esse sono comunemente usate per ridurre i sintomi di patologie come l'Alzheimer o la malattia di Parkinson. La maggior parte dei potenziatori cognitivi stimola sistemi cerebrali specifici, incrementandone temporaneamente l'attività e la performance.

Medicalizzazione
Un processo che definisce come patologie aspetti della natura umana che di solito non sono classificati come tali.

Diritto alla privacy
Un elemento che reprime quegli atti, da parte della pubblica autorità o di privati, che minaccino la privacy delle persone.

Bibliografia

Impatto etico, legale e sociale delle neuroscienze

Garasic, M.D. and Lavazza, A., 2017. *Why HEAVEN Is Not About Saving Lives at All*. AJOB Neuroscience, 8(4), pp.228-229.

Lavazza, A. and Garasic, M.D., 2017. *How non-invasive brain stimulation might invade our sphere of justice*. Journal of Cognitive Enhancement, 1(1), pp.31-38.

Garasic, M.D., 2017. *Guantanamo and Other Cases of Enforced Medical Treatment-A Biopolitical Analysis. Journal of medical ethics*, 43(1), pp.22-23.

Dubljević V., Ryan C.J. 2015. *Cognitive enhancement with methylphenidate and modafinil: conceptual advances and societal implications*. Neurol Neurosci, 4, pp.25–33.

Lipari R. 2015. The CBHSQ *Report: Monthly Variation in Substance Use Initiation Among Full-Time College Students. Rockville: Substance Abuse and Mental Health Services Administration, Center for Behavioral Health Statistics and Quality*.

Comprendere il comportamento sociale e antisociale: cattivi o folli?

E. Morselli, *Biografia di un bandito. Giuseppe Musolino di fronte alla psichiatria ed alla sociologia*. Studio medico-legale, Milano, Fratelli Treves, 1902; M.L. Patrizi, *La fisiologia di un bandito* (Musolino), Torino, Bocca, 1904.

Rota, G., Pellegrini, S. and Pietrini, P., 2014. *The anti-social brain: Novel insights from neuroscience and molecular biology*. Politica & Società, 3(2), pp.201-220.

Pietrini, P., Rota, G. and Pellegrini, S., 2017. *Omics and Functional Imaging in Antisocial Behavior*. In P5 Medicine and Justice (pp. 190-199). Springer, Cham.

Rigoni, D., Pellegrini, S., Mariotti, V., Cozza, A., Mechelli, A., Ferrara, S.D., Pietrini, P. and Sartori, G., 2010. *How neuroscience and behavioral genetics improve psychiatric assessment: report on a violent murder case*. Frontiers in behavioral neuroscience, 4, p.160.

Scarpazza, C., Pellegrini, S., Pietrini, P. and Sartori, G., 2018. *The Role of Neuroscience in the Evaluation of Mental Insanity: on the Controversies in Italy*. Neuroethics, 11(1), pp.83-95.

Sitografia

https://www.nature.com/news/2009/091030/full/news.2009.1050.html
https://youtube.com/watch?v=gHfsFzB_Z84
https://youtube.com/watch?v=OYfoGTIG7pY
https://youtube.com/watch?v=Hj9oB4zpHww
https://youtube.com/watch?v=RB-qhZI_qLo

07

Approfondimenti: **Marketing**

Descrizione dei processi decisionali basilari nelle dinamiche di mercato

Nella vita quotidiana ci si trova spesso a dover prendere decisioni e, in alcuni casi, a mettere fine alle incertezze a vari livelli. Questo è il motivo per cui il nostro sistema nervoso deve essere in grado di valutare, rappresentare e far fronte con successo a tali situazioni. L'atto di scegliere fra diverse opzioni una linea di condotta mirata all'obiettivo da raggiungere è comunemente chiamato "processo decisionale".

Da caso a caso, il livello di conoscenza dell'esito delle nostre scelte può rientrare in tre categorie: deterministico, probabilistico e pura incertezza.

Deterministico
Tutti gli esiti possibili sono perfettamente noti o determinati.

Probabilistico
Sono possibili molti esiti diversi, con vari gradi di certezza o incertezza.

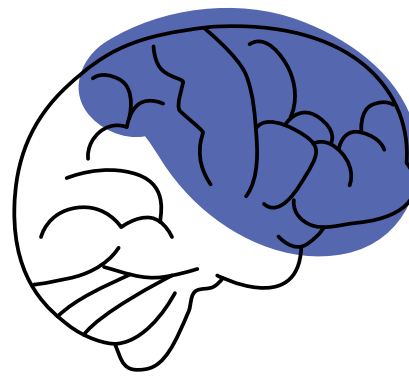
Incertezza
Non esiste un limite a esiti o alternative possibili.

Risulta in qualche modo necessario includere il rischio o l'incertezza nel processo decisionale, facendo un elenco di tutti i possibili esiti e assegnando a ogni esito probabilità di successo o fallimento.

Il modello "planner-doer" (pianificatore-esecutore) di Richard Thaler e Hersh Shefrin rispecchia la moderna concezione neuroscientifica, che considera il cervello umano come un insieme di vari sé in conflitto tra loro, che esistono simultaneamente e partecipano tutti al processo decisionale. Nel loro modello teorico, gli autori illustrano come ciascun essere umano abbia due sé con un insieme di preferenze in conflitto in ogni singolo momento: un myopic doer (esecutore miope) e un farsighted planner (pianificatore lungimirante). L'esecutore tiene conto solamente dell'utilità immediata, non si preoccupa del futuro e il suo comportamento tende a essere miope, mentre il pianificatore è interessato a massimizzare l'utilità a lungo termine.
In una situazione in cui il pianificatore ha bisogno di massimizzare l'utilità il più a lungo possibile, può costringere l'esecutore a collaborare mediante la forza di volontà o imponendo regole che ne limitino, anche se in modo imperfetto, la sfera decisionale. Il modello pianificatore-esecutore in conflitto chiarisce il concetto che la volontà può essere applicata a un determinato costo psichico, dato che richiede l'esercizio di un certo sforzo. I tratti individuali, che determinano quanto il pianificatore possa effettivamente tenere sotto controllo l'esecutore, sono basati sul diverso grado di autocontrollo.

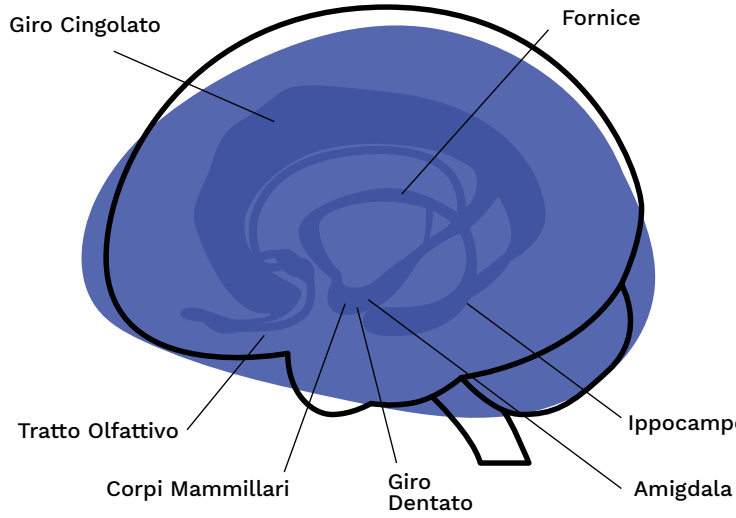
Dal punto di vista cerebrale, il pianificatore potrebbe corrispondere alla corteccia prefrontale (in cui risiedono le cosiddette funzioni esecutive), mentre l'esecutore corrisponderebbe al sistema limbico (il sistema cerebrale che sovrintende alla gratificazione e alla regolazione delle emozioni).

→
La corteccia prefrontale



La corteccia prefrontale è stata identificata come il luogo del cervello dove avviene la pianificazione a lungo termine, mentre il sistema limbico, più antico dal punto di vista evolutivo, genera le emozioni e i desideri a breve termine. I problemi di autocontrollo implicano quindi l'interazione della corteccia prefrontale e del sistema limbico.

→
Il sistema limbico



Il danneggiamento o la parziale perdita della corteccia prefrontale può disgregare il centro d'intervento del pianificatore lungimirante, provocando un'immediata incapacità di pianificare il futuro.

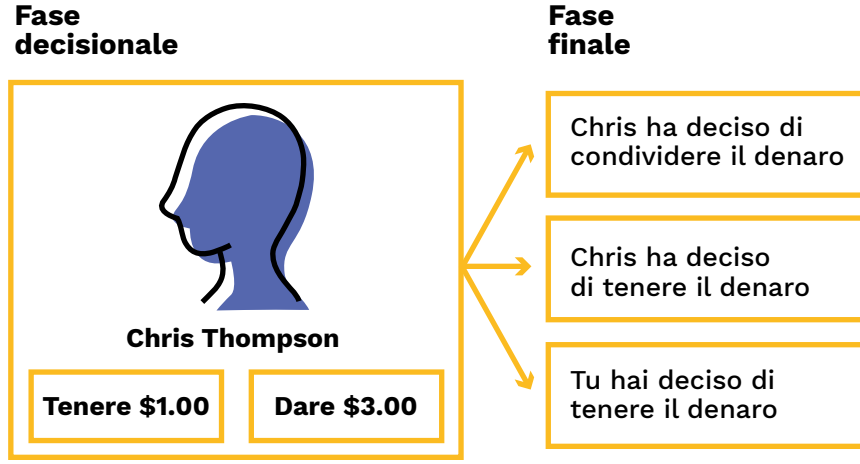
L'autocontrollo impedisce alle persone di attuare piani o seguire linee di condotta, anche nel caso in cui siano in grado di prevederne gli esiti finali.

Esecutore e pianificatore
Processi mentali che plasmano l'autocontrollo attraverso il processo decisionale.

Richard Thaler
Economista Americano e Charles R. Walgreen Distinguished Service Professor of Behavioral Science and Economics (professore di scienza comportamentale e economia) all'Università di Chicago Booth School of Business. Si occupa di teoria della finanza comportamentale e ha collaborato con Daniel Kahneman, Amos Tversky e altri nell'ulteriore definizione di tale ambito scientifico. Nel 2017 gli è stato conferito il premio Nobel in Scienze Economiche per il suo contributo all'economia comportamentale.

Richard Thaler
Nobel Lecture:
The Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences

Si può confrontare il modello planner-doer con altre teorie del processo duale elaborate in ambito psicologico. La teoria del processo duale sostiene che il pensiero è probabilmente il risultato di un processo inconscio implicito e automatico e di un processo conscio esplicito e controllato. Entrambi i processi, automatico e controllato, hanno un ruolo fondamentale nel processo decisionale economico, sebbene tale processo possa essere influenzato sia dall'esperienza personale sia dalla situazione del momento.



I due processi decisionali, automatico e controllato, hanno obiettivi diversi, che si rivelano più o meno utili in particolari situazioni. Per esempio, una persona è posta davanti a una decisione, che implica una motivazione egoistica e una motivazione sociale. Una delle due motivazioni, che sia egoistica o sociale, sarà in parte attraente sulla base delle preferenze individuali, sebbene la preferenza per l'una o per l'altra possa cambiare a seconda del contesto sociale. Il modello dei due sistemi o modello duale è comunemente usato, in relazione al comportamento umano, nella psicologia contemporanea e nelle neuroscienze.

Processi, atteggiamenti e azioni esplicite possono cambiare sotto l'effetto della persuasione o dell'educazione, benché il mutamento di processi e atteggiamenti impliciti richieda di solito molto tempo e avvenga con la formazione di nuove abitudini.

L'idea della compresenza nel cervello di "sé" distinti e conflittuali ha una lunga storia in ambito economico: era già stata espressa da Adam Smith (1759) nel libro Theory of Moral Sentiments (Teoria dei Sentimenti Morali). In quelli che più di recente Kanheman chiama Sistema 1 e Sistema 2, si ritiene che le decisioni siano guidate dai processi intuitivi (Sistema 1), le cui caratteristiche tipiche sono velocità, automatismo e facilità, nonché dai processi deliberativi (Sistema 2), caratterizzati da lentezza, controllo e impegno.

I due percorsi decisionali. Il Sistema 1 è sostanzialmente guidato dalle emozioni: è veloce, istintivo, inconscio e automatico e innesca le nostre decisioni quotidiane (per esempio, soddisfare il nostro appetito con uno snack delizioso, ma non sano). Il Sistema 2 è lento, conscio, affidabile e regola le decisioni complesse, poiché è basato sul ragionamento (per esempio, scegliere un'opzione salutare).

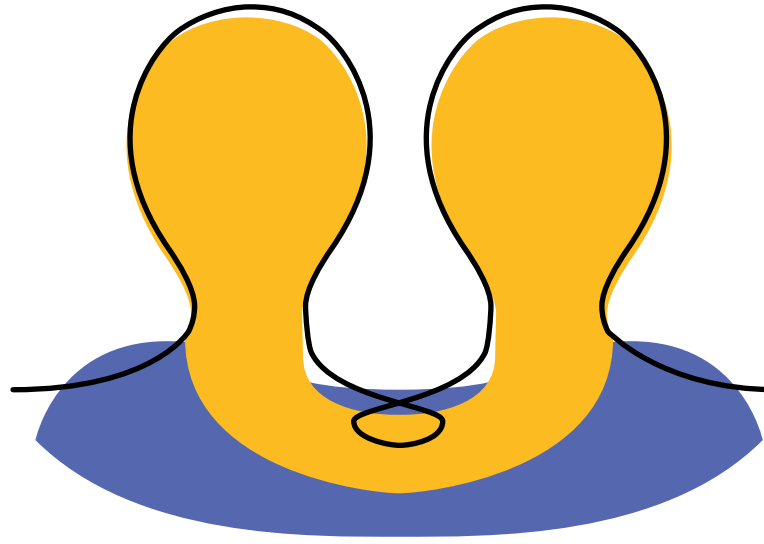
Quando si applica la teoria del processo duale, è importante valutare se una scelta sia più automatica dell'altra e, in questo caso particolare, se l'automaticità dipenda dall'individuo e dalle proprie esperienze. Una persona egoista sceglierà probabilmente la motivazione egoistica in modo più automatico di quanto non faccia una persona non egoista, e tuttavia un processo controllato potrebbe ancora compensare tale automaticità, sulla base di fattori sociali ed esterni. Una persona egoista opterebbe preferibilmente per la prima reazione, o scelta, dato che è automatica e incontra una resistenza minima. D'altro canto, una decisione che richieda un'enorme quantità di energia (forza di volontà) per passare dallo stato del momento (o status quo) a un diverso grado d'incertezza incontrerà resistenza e si presenterà come meno attraente.

Il pensiero veloce del Sistema 1 è spesso logico e utile; il ragionamento del Sistema 2, al contrario, è sì

conscio e deliberato, ma anche incline a ottenere scarsi (a volte irrazionali) risultati.

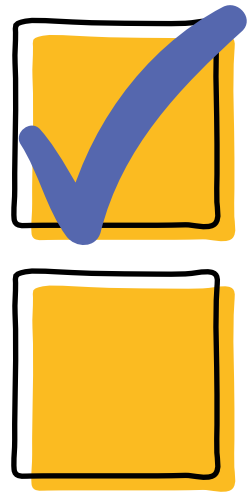
Daniel Kahneman
Psicologo israeliano-americano noto per il suo lavoro sulla psicologia del giudizio e della decisione, nonché sull'economia comportamentale, per il quale ha ottenuto nel 2002 il premio Nobel in scienze economiche. I dati empirici da lui raccolti mettono in discussione l'ipotesi della prevalenza della razionalità umana nella moderna teoria economica. In collaborazione con Amos Tversky, Kahneman ha determinato la base cognitiva degli errori umani derivanti dalle euristiche e dai bias e ha sviluppato la teoria del prospetto.

→
Personalità duale



In uno studio fondamentale, Miscel e altri ricercatori della Columbia University di New York (1989), regalarono a un gruppo di bambini di quattro anni un marshmallow, dicendo loro che, se avessero atteso quindici minuti prima di mangiarlo, ne avrebbero ricevuti due invece dell'unico inizialmente offerto. Alcuni di loro resistettero alla tentazione del consumo immediato, altri no. I primi se la cavarono meglio negli studi di follow-up, che misuravano le loro prestazioni nello Scholastic Aptitude Test (SAT), la capacità di far fronte ai problemi personali, un indice di massa corporea (BMI) più sano e altri fattori. Moffitt, dell'Università di Chicago (2011), ha poi confermato i precedenti risultati: i bambini impazienti tendono a essere meno sani e più obesi, hanno peggiori situazioni finanziarie e lavorative e tendono ad avere relazioni sentimentali meno felici quando raggiungono l'età adulta. La ricerca summenzionata suggerisce che la conoscenza riguardo alla capacità delle persone di ritardare la gratificazione possa essere un buon indicatore del loro benessere futuro. Ritardare la gratificazione, come nel caso del test dei marshmallow, costituisce una semplice scelta irripetibile, che può essere studiata in un ambiente naturale. I ricercatori in ambito comportamentale hanno sviluppato metodi più raffinati, che permettono di calcolare il tasso di sconto delle persone.

Il termine tasso di sconto descrive la capacità delle persone di ritardare le ricompense. Un basso tasso di sconto indica una maggiore capacità di ritardare le ricompense e viceversa.



Questa tesi è stata confutata da un nuovo studio, in cui Watts, Duncan e Quan (2018) hanno riproposto il classico test dei marshmallow con un campione più ampio e più rappresentativo della popolazione generale. L'idea che essere in grado di ritardare la gratificazione porti a risultati migliori nella vita ha trovato in questo studio uno scarso supporto. Si ipotizza, infatti, che la capacità di resistere per ottenere un secondo marshmallow sia plasmata in gran parte dal background socio-economico del bambino, che ha un ruolo fondamentale nel determinare il suo successo a lungo termine.

Sendhil Mullainathan, Eldar Shafir
Scarcity: Why Having Too Little Means So Much

Benché sia probabile che ci sia una preferenza stabile per la quale una motivazione è selezionata a livello individuale, è importante ricordare che fattori sociali esterni contribuiranno comunque a influenzare la decisione.

Strumenti psicologici e di neuroimaging innovativi permettono ora ai ricercatori di indagare più a fondo le basi della predisposizione individuale nei confronti dei diversi tipi di scelta. Tuttavia, come indica il suddetto esempio dello studio sui marshmallow, non bisogna dimenticare che un gran numero di fattori può influire sulla nostra capacità di prevedere il comportamento di una persona e le sue decisioni future. Ciascun problema deve quindi essere semplificato e ridotto a semplici domande dirette, a cui possiamo trovare risposta cercando di tenere sotto controllo tutti i possibili fattori confondenti (o la maggior parte di essi). Questo significa che, sebbene gli strumenti di neuroimaging non permettano in questo momento di prevedere il comportamento di una persona in tutte le possibili condizioni e in tutti i possibili contesti, possono, però, farlo per una situazione molto specifica. Ad esempio, le reazioni cerebrali individuali possono dirci se una persona prenderà una particolare decisione quando il mood è positivo anziché negativo, e fornire informazioni sul probabile processo inconscio che ha guidato la scelta.

Rivolgiti ai consumatori quando è probabile che siano felici

Quando i consumatori sono di buon umore o in uno stato d'animo rilassato, è molto più probabile che notino una pubblicità. Yahoo ha reclutato seicento persone adulte per riempire un'agenda settimanale di uno smartphone che monitorava i loro stati d'animo. Questo esperimento ha rivelato che i consumatori sono del 24 % più ricettivi nei confronti di un contenuto in generale quando sono allegri e ottimisti.

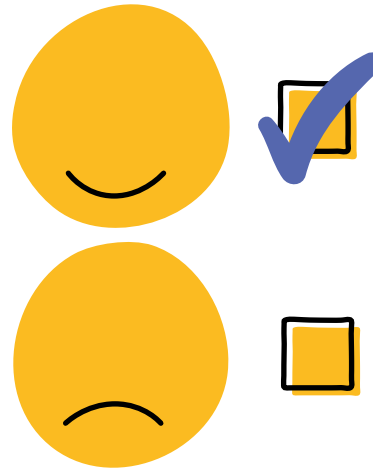
Rivolgiti ai consumatori quando sai che sono felici

La visione di film allegri induce ad avere un atteggiamento positivo e una maggiore propensione a provare i prodotti pubblicizzati in confronto alla visione di un film triste.
Il creatore delle barrette di cioccolato Snickers, per esempio, ha iniziato di recente a indirizzare i suoi messaggi pubblicitari secondo l'umore, con la convinzione che le persone che sono felici, annoiate o stressate siano più propense a sgranocchiare snacks. Questi stati d'animo sono stati individuati estraendo le informazioni catturate dall'ad server

di Google, Doubleclick, il cui metodo basato sull'analisi dei dati sarà ulteriormente spiegato alla fine di questo capitolo.

Abbina il tuo messaggio all'umore

Keith Wilcox, Professore di Marketing alla Columbia Business School, ha condotto nel 2015 un esperimento con 142 partecipanti sulla congruenza dell'umore. I partecipanti erano sollecitati sia mediante la visione di un filmato neutro, un documentario su Einstein, sia tramite una scena straziante presa dal film "Il Campione" del 1979. Il filmato era seguito da un messaggio pubblicitario, sia altamente sia moderatamente energetico. Quando gli stati d'animo erano contrastanti, i partecipanti prestavano meno attenzione ai messaggi pubblicitari.



Anche se questi sono piccoli e limitati progressi, rappresentano già un passo fondamentale verso una migliore comprensione del cervello umano e dei processi decisionali.

Reazione emotiva, associazione del brand e fedeltà

Il marketing si sta trasformando rapidamente in una scienza multidisciplinare, che integra matematica, statistica, tecnologia, psicologia e neuroscienze. Le nuove potenzialità derivanti dalle neuroscienze e dalla scienza dei dati/big data conducono verso un nuovo modello creativo, che molti chiamano neuromarketing: la misurazione diretta di ciò che pensano i consumatori della pubblicità. L'applicazione del neuromarketing, che ricade nel campo d'intersezione tra la ricerca delle neuroscienze e il marketing, identifica le reazioni sensomotorie, cognitive e affettive dei consumatori ai fattori di marketing che funzionano come stimoli. In tal modo, è possibile scoprire come sono prese le decisioni relative agli acquisti, individuando desideri, emozioni e intenzioni inconsce e giungendo a una migliore comprensione in merito ai prodotti del marketing.

I brand e i prodotti influiscono sulle emozioni dei consumatori (emotional branding) ed è possibile misurare la motivazione attraverso l'attenzione (coinvolgimento emotivo) dal punto di vista cognitivo ed emotivo.

Neuromarketing
Combinazione tra la ricerca sul comportamento dei consumatori e le neuroscienze, che prevede l'uso diretto dei sensori biometrici, dell'imaging e della scansione cerebrale e dell'analisi dei dati per misurare le reazioni individuali e di gruppo a specifiche attività di marketing.

Perché chi si occupa di marketing ha interesse a misurare l'attenzione, il coinvolgimento emotivo (arousal e motivazione) e il brand recall (richiamo del brand)?

Misurare l'attenzione è importante perché aumenta l'opportunità che vengano notati i brand e i messaggi pubblicitari. Misurare l'arousal e la motivazione permette di rilevare l'effetto inconscio della pubblicità sul consumatore, mentre il richiamo del brand è strettamente correlato al comportamento d'acquisto di quest'ultimo. Quando gli esperti di marketing sfruttano il mix ottimale di attenzione, arousal, motivazione e richiamo del brand nella giusta sequenza, hanno più probabilità di invogliare i consumatori ad agire secondo il messaggio della campagna pubblicitaria. Gli esseri umani sono straordinariamente visivi, circa il 50% del cervello è (direttamente o indirettamente) coinvolto nell'elaborazione visiva. Quando vediamo un brand o un logo, gli occhi inviano un segnale a una regione specifica del cervello, chiamata giro fusiforme, che ricopre diverse funzioni chiave nell'elaborazione visiva umana, compreso il riconoscimento, a livello elevato, di parole, numeri e colori. Come illustrato in altre parti del libro, particolari stimoli dallo

specifico valore sociale ed evolutivo hanno un effetto più forte sul cervello e potrebbero catturare l'attenzione più facilmente. Di conseguenza, gli spot con le persone, ad esempio, sono molto più efficaci di quelli senza. In particolare, le immagini e i video che includono bambini piccoli tendono ad attrarre l'attenzione dei potenziali clienti e a mantenerla focalizzata maggiormente e più a lungo. Tuttavia, gli esperti di pubblicità hanno scoperto che utilizzare soltanto primi piani di deliziosi bebè potrebbe, di fatto, limitare le risorse attentive riservate al prodotto o ad altre informazioni importanti dell'annuncio, poiché gran parte di dette risorse sarebbe catturata automaticamente dal viso del bebè. D'altro canto, i ricercatori hanno scoperto che, quando un bambino piccolo rivolge lo sguardo al prodotto, in effetti, lo spettatore si concentra più sul contenuto pubblicitario che sul volto infantile.

I metodi biometrici, che impiegano dispositivi ormai portatili e comodi, mettono a disposizione nuovi livelli di approfondimento che superano le misurazioni tradizionali.

Combinando diverse tecnologie e usufruendo dei progressi tecnologici raggiunti negli anni, oggi è possibile rilevare esattamente che cosa sta guardando una persona, se ha sensazioni positive o negative e quanto sono intense, e quali emozioni prova in un dato momento.

Tracciamento oculare
Rilevamento dei movimenti oculari attraverso piccole fotocamere, che misurano anche la dimensione delle pupille, nel corso di prove cognitive, permettendo ai ricercatori di capire quali parti della pubblicità siano più accattivanti visivamente e ottengano maggior coinvolgimento da parte dei soggetti studiati.

Codifica delle espressioni facciali
Analisi delle espressioni facciali dei soggetti esaminati per approfondire certe reazioni a un prodotto o a uno spot, incluse la delusione, la gioia e così via.

Risposta galvanica della pelle e attività elettrodermica
Misura delle secrezioni delle ghiandole sudoripare, spesso associata alla misurazione della frequenza cardiaca, dell'attivazione fisiologica e dell'attività elettrodermica collegata a livelli elevati o scarsi di eccitazione e coinvolgimento.

Tutte queste tecnologie forniscono una lente per rilevare le reazioni inconsce del consumatore in tempo reale, assicurando l'efficacia dell'attività di cattura dell'attenzione. Il tracciamento oculare è spesso utilizzato nelle attività di neuromarketing, in quanto rivela un aspetto essenziale del processo di ricerca e misura ciò che il cliente sta guardando e in che modo. Tali dati sullo sguardo permettono di identificare gli hotspot dello shopping in base alla misurazione della durata, del tempo dedicato alla prima esposizione e della frequenza di ritorno.

Le tecniche di neuro-marketing sono ampiamente usate per riprogettare il confezionamento e la presentazione del prodotto.

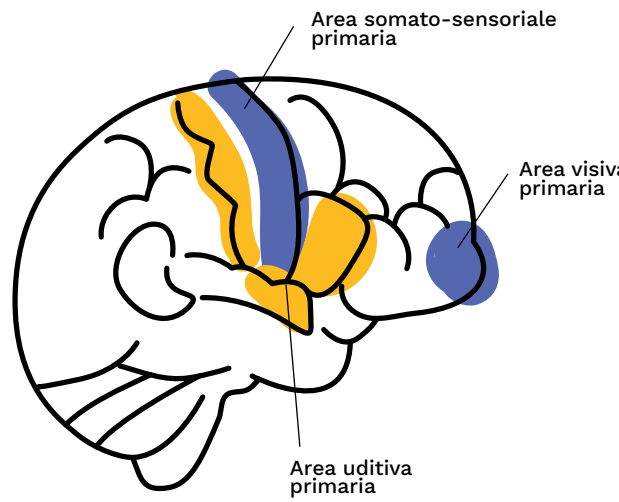
Attingendo allo straordinario potenziale della risonanza magnetica funzionale (fMRI), il neuromarketing ha aumentato la conoscenza del comportamento umano e delle abitudini dei consumatori. La fMRI misura le piccole variazioni che si verificano nel flusso sanguigno nel corso dell'attività cerebrale: le aree più attive consumano, infatti, più ossigeno e, per far fronte a tale aumento della domanda, si incrementa il flusso sanguigno verso l'area attiva. La fMRI può essere usata per produrre mappe di attivazione che mostrino quali parti del cervello sono coinvolte in un determinato processo mentale.

→
Scanner per risonanza magnetica

Nel testare nuovi annunci pubblicitari, gli strumenti psicologici e le tecniche di neuroimaging possono svelare le opinioni e le preferenze nascoste dei consumatori. In uno studio che confrontava diverse campagne pubblicitarie, gli utenti del numero di assistenza di un istituto nazionale per

i tumori erano esposti a tre diversi annunci. La campagna in grado di suscitare maggiore attivazione cerebrale nella corteccia prefrontale mediale (secondo le rilevazioni con fMRI) determinava un aumento significativo delle chiamate alla linea telefonica. Tale approccio innovativo di neuroimaging nel marketing apre nuovi orizzonti per l'individuazione delle campagne pubblicitarie che effettivamente attraggono il pubblico.
Il coinvolgimento delle neuroscienze e del neuroimaging nella ricerca di marketing conferma che l'elaborazione di brand e messaggi pubblicitari è un'azione dalle diverse sfaccettature, che coinvolge i processi percettivi, sensomotori, affettivi e decisionali. La parte della corteccia cerebrale che riceve l'input visivo dalla retina si trova nella parte posteriore del cervello (il lobo occipitale), le informazioni uditive provenienti dalle orecchie arrivano nella parte laterale del cervello (il lobo temporale) e quelle sensoriali, mediate dalla pelle, giungono alla parte superiore (il lobo parietale).

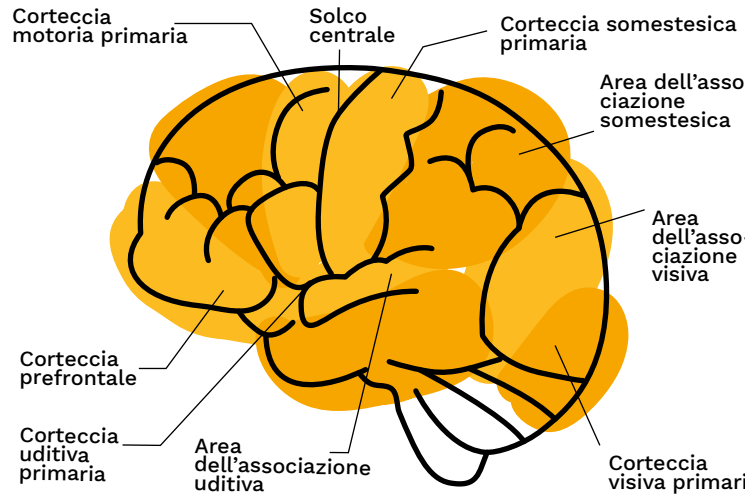
→
Regioni cerebrali che ricevono input dai recettori somato-sensoriali, uditivi e visivi.



Ogni area sensoriale si suddivide ulteriormente in una mappa più dettagliata: il campo visivo è mappato punto per punto sulla corteccia visiva; le note della scala musicale sono

mappate sulla corteccia uditiva; i percorsi sensoriali che partono dalla pelle, comunicando informazioni sul dolore, la temperatura e il tatto, sono mappati sulla corteccia somatosensoriale. L'esperienza visiva del brand viaggia inizialmente verso le prime aree visive (dalla V1 alla V4), dove vengono individuate informazioni sui bordi, i contorni e le forme degli oggetti.

→
L'area dell'associazione visiva e la corteccia visiva primaria



Gli studi sul cervello mostrano, benché in maniera sottile, che in genere le curve attraggono di più, laddove gli angoli e i bordi affilati, possono rappresentare potenza, ma anche scatenare avversione. L'area V1 elabora linee e bordi, mentre altre aree specifiche si occupano prevalentemente di altri aspetti dell'immagine percepita, come i colori, le forme e il movimento. La corteccia extrastriata, per esempio, comprende l'area visiva V4, direttamente coinvolta nell'esperienza soggettiva dei colori e nella memoria degli stessi. Alla Linneaeus University, in Svezia, uno studio sull'associazione dei colori nel marketing ha testato il valore del contesto nel design del logo. I partecipanti hanno identificato il nero come moderno, elegante e lussuoso,

ma la percezione cambiava a seconda del tipo di prodotto; infatti, in un altro contesto (quello di un tubetto di dentifricio), gli intervistati lo associavano a sporcizia, tristezza e scarsa qualità.

Utilizzare i colori in maniera efficace costituisce un potente strumento di marketing.

Uno degli esempi più famosi è l'uso ubiquitario del rosso da parte di Coca Cola, ma anche tante altre società hanno sfruttato i colori con grande successo. Anton de Craen, epidemiologo clinico dell'Università di Amsterdam, ha condotto una revisione sistematica di 12 studi, scoprendo che gli antidolorifici rossi erano sistematicamente più potenti di quelli blu. Gli esperti di neuromarketing specializzati sui colori e sulla pubblicità hanno suddiviso i colori in sottogruppi, in base al modo in cui si possono usare efficacemente. I blu freddi, ad esempio, sono da scegliere se ci si rivolge ai professionisti; mentre per gli antidolorifici, la forza (spesso associata al rosso) è più importante della calma (associata invece al blu).

Analogamente, i ricercatori studiano come reagiscono le persone non soltanto ai colori, ma anche al layout, alla dimensione dei caratteri e ad altri aspetti che caratterizzano le esperienze visive. Per esempio, la ricerca sulla fruizione dei siti ha mostrato che usare certificazioni, testimonial e widget di social network attira sicuramente di più i clienti.
Un'altra scoperta interessante è che i nuovi layout orizzontali dei siti sono meno efficaci rispetto a quelli tradizionali verticali. Quando il lettore trova qualcosa che gli interessa, comincia a leggere normalmente, formando delle righe orizzontali, con un risultato finale che ricorda la forma della lettera F. I siti di CNN (https://edition.cnn.com/) e NYTimes (https://www.nytimes.com/), ad esempio, usano proprio lo schema a F. Quando si scorre seguendo questo schema, però, concentrandosi semplicemente sul testo che scorre in una colonna, si saltano grossi pezzi di contenuto, le cui frasi e parole sono spesso altrettanto importanti quanto quelle lette, sebbene i fruitori non se ne rendano conto poiché, ovviamente, non sanno quello che si perdono. Ecco perché leggere siti che abbiano pagine che scorrono dall'alto verso il basso, si rivela più coinvolgente e porta, con più probabilità, a continuare a scorrere.
Gli stimoli visivi sono profondamente correlati alle attività di marketing, anche se non sempre gli stimoli sensoriali attivano aree del cervello indipendenti e separate. Per esempio, alcuni neuroni corticali dell'area uditiva primaria mostrano reazioni che raggiungono il picco con la stimolazione visiva, perché la corteccia uditiva ha la peculiarità di padroneggiare le interazioni multisensoriali.

Neuroni multisensoriali
Cellule del sistema nervoso altamente specializzate, che hanno la capacità sia di essere stimolate sia di condurre gli impulsi.

I ricercatori hanno rilevato che la regione che si sovrappone alle zone uditive e visive sensibili è multisensoriale e reattiva sia alle espressioni facciali sia alle corrispondenti vocalizzazioni; questo importante nodo della rete corticale costituisce spesso il target delle strategie di marketing.

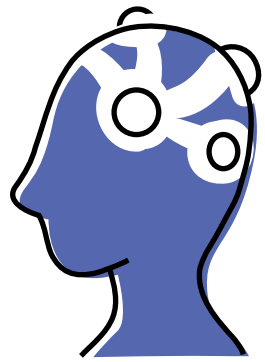
Dopo aver elaborato la brand experience, il cervello esamina e abbina pattern simili conservati in memoria (per esempio quando un logo ricorda qualche altra cosa), recuperando di conseguenza sia le idee astratte sia i significati, nonché le esperienze pregresse e i contenuti emotivi che il cervello associa ad una specifica esperienza. È per questo che diverse brand experience, che scatenano reazioni diverse a livello cerebrale, vengono stratificate nella nostra mente in un profilo globale di identità del brand.

Secondo uno studio effettuato da Nielsen su 29.000 persone e pubblicato nel 2013, più di metà dei consumatori al mondo (il 60%) preferisce comprare i prodotti di un marchio conosciuto piuttosto che passare a uno nuovo.

Schaefer e Rotte (dell'Università di Otto von Guericke di Magdeburg, in Germania) hanno rilevato che nelle persone che guardavano brand sportivi (quali Nike) e del lusso (quali Mercedes) si innescavano emozioni e attività cerebrale in parti diverse rispetto a quelle attivate da brand considerati aventi un valore minore (come quelli di Walmart, una società multinazionale americana di vendita al dettaglio che gestisce una catena di ipermercati, centri commerciali discount e negozi di alimentari). Bruce et al (2014) hanno confermato l'esistenza di profili di identità del brand in bambini il cui centro dell'appetito e del piacere si accendeva reagendo alla vista di brand di fast food riconoscibili.

In situazioni di stress decisionale, l'elettroencefalografia (EEG) consente di scrutare più in profondità i processi emotivi e motivazionali e può servire a valutare l'effetto di brand, concept e prezzi attraverso la "risposta cerebrale immediata".

Risposta cerebrale immediata
Attività cerebrale che si verifica nel primo mezzo secondo dalla presentazione dello stimolo.



L'EEG misura le variazioni dell'attività elettrica sulle regioni cerebrali corticali, che sono registrate a varie frequenze, theta (da 4 a 7 Hz), alfa (da 8 a 12 Hz), beta (da 15 a 30 Hz) e gamma (> 32 Hz), correlate rispettivamente a differenti fenomeni fisiologici. L'EEG offre un'elevata risoluzione a livello temporale (su una scala temporale al millisecondo) ed è efficace nell'indagare le reazioni in tempo reale dei consumatori, per esempio, rispetto a diverse parti o scene degli spot televisivi.
L'EEG si usa per convalidare i quattro parametri (desiderio, coinvolgimento, carico di lavoro e distrazione), che forniscono le intuizioni più importanti relativamente all'esperienza emotiva nel processo decisionale del cliente.

Desiderio
Entità dell'azione o delle intenzioni di acquisto stimolate dal prodotto in seguito alle emozioni positive o negative suscitate.

Coinvolgimento
Livello dell'attenzione attivata dai prodotti e della percezione che questi ultimi siano interessanti a livello personale.

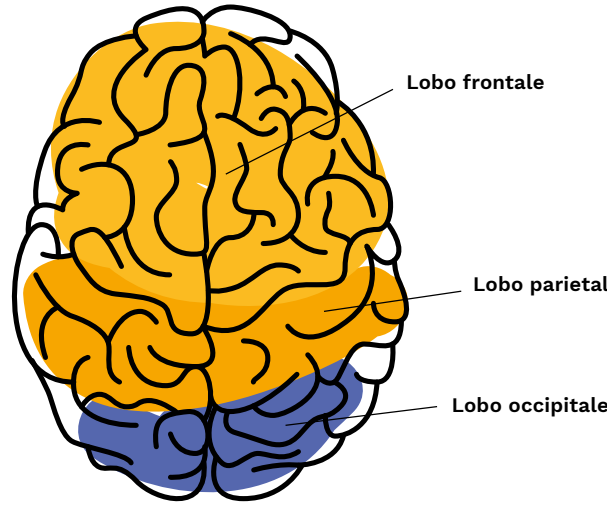
Distrazione
Grado in cui il consumatore percepisce il prodotto come imprevisto e illogico.

L'EEG può essere usata quale indicatore dell'efficacia della pubblicità e quindi della sua capacità di influenzare favorevolmente le preferenze e il comportamento di acquisto dei consumatori.

Valenza e arousal sono due concetti piuttosto diversi: la valenza rappresenta un'affettività positiva o negativa, mentre l'arousal misura quanto sia calmante o eccitante un'informazione. Alcuni studi hanno dimostrato che il cervello elabora ciascuno dei due fattori indipendentemente dall'altro.

→ Schema di arousal - valenza

L'elaborazione degli stimoli sgradevoli, di scarsa valenza, attiva specifiche regioni che reagiscono con più forza agli stimoli con un alto livello di arousal. Al contrario, l'attivazione in regioni considerate sensibili alla gratificazione è stata rilevata in risposta a stimoli gradevoli e tale attivazione cresce con la valenza, e non con l'arousal, di tali stimoli.



Lobi cerebrali associati ai processi attentivi relativi alle pubblicità gradevoli e sgradevoli.

Per esempio, in una serie di studi sulla pubblicità che impiegavano l'EEG, i ricercatori hanno scoperto che l'attività alfa dell'area occipitale era correlata a processi attentivi, quali la selezione visiva che si stabilisce nel corso della visione di spot televisivi, mentre l'attività alfa dell'area frontale destra era legata agli spot più gradevoli e apprezzati, e quella dell'area frontale sinistra a quelli sgradevoli. Inoltre, l'EEG si può usare per investigare le sedi del cervello in cui viene codificata la memoria visiva in relazione a stimoli visivi dinamici. L'attivazione dell'area frontale sinistra, correlata alla riduzione dell'attività alfa, dà indicazioni attendibili su quali scene pubblicitarie sono codificate meglio nella memoria a lungo termine e successivamente individuate con più facilità mediante il riconoscimento delle immagini.

È interessante notare che, nonostante i diversi livelli di valenza, il cervello ricorda meglio gli eventi che creano arousal rispetto a quelli che non lo creano. Quindi, l'arousal emotivo funziona come una sorta di paraocchi rispetto agli altri stimoli neutrali, come illustra bene l'"effetto di focalizzazione sull'arma".

Effetto di focalizzazione sull'arma
Effetto secondo cui i testimoni di un reato in cui è presente un'arma dirottano l'attenzione su quest'ultima, trascurando altri dettagli della scena, con conseguente compromissione successiva dei ricordi.

Sfruttare l'effetto di focalizzazione sull'arma nel marketing può cambiare il tipo di informazioni che vengono codificate e così influenzare il consolidamento dei ricordi anche se gli stimoli in sé non hanno una valenza elevata. Questo spiega perché ricordiamo più parole quando guardiamo video dal contenuto emotivo. Eppure, come già illustrato precedentemente, il viso di un bambino piccolo da solo in una pubblicità potrebbe in realtà limitare l'attenzione del consumatore per il prodotto, inducendo un arousal elevato, ma con un effetto di focalizzazione sull'arma indesiderato.
Il succo del discorso, quando si ragiona su come sfruttare l'arousal e la valenza nel marketing, è scoprire il pubblico di riferimento (target audience), facendo possibilmente molta attenzione a non usare la combinazione arousal elevato/scarsa valenza. È quindi preferibile creare una strategia di comunicazione di marketing che impieghi il lato destro superiore dello schema di arousal/valenza, con l'associazione ottimale di valenza positiva e arousal elevato.
Alla fine del processo di elaborazione, dopo che il cervello ha portato a termine le fasi iniziali di associazione dei ricordi,

si arricchisce la comprensione del brand, etichettando con altri attributi semantici quello che vediamo. Tali ulteriori associazioni, che comprendono, ad esempio, prodotti e slogan specifici, collocazioni dei negozi e immagini supplementari che ci sono familiari, contribuiscono a loro volta a creare un coinvolgimento emotivo e un legame tra prodotto e consumatori.

Nello specifico, il livello di attivazione emotiva determina quello di coinvolgimento emotivo. Per esempio, più intensamente si percepisce un'esperienza, più è alto il livello di coinvolgimento emotivo. Quando questo livello è elevato e si attiva il processo di codifica, è possibile (in parte) prevedere la scelta del consumatore. In tale ottica, emerge chiaramente l'importanza di differenziare un prodotto dagli altri per indurre il coinvolgimento emotivo dei consumatori e quindi guidarne le scelte.

Associazione del brand
Processo in base al quale elementi come un simbolo, un'attività, persone famose, ecc. vengono collegati a un particolare brand o prodotto.

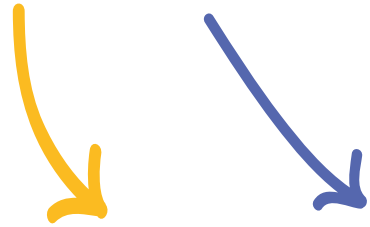
Branding emotivo
Strategia che collega un brand a emozioni umane attraverso tecniche di marketing e brand positioning.

Coinvolgimento emotivo
Strategia che fa appello alle emozioni o le scatena.

Fedeltà al brand
Tendenza di alcuni consumatori a continuare a comprare i prodotti di uno stesso brand piuttosto che quelli concorrenti.

Patrick Renvoise
TED talk:
"Is there a buy button inside the brain?"

Branding



Functional value

Emotional value

«Si può, quindi, affermare che il valore emotivo, sociale e culturale del riconoscimento del brand è in grado di attivare circuiti di gratificazione profondi, anche in misura significativamente superiore rispetto alle immagini generiche...»

Casarotto et al, 2012

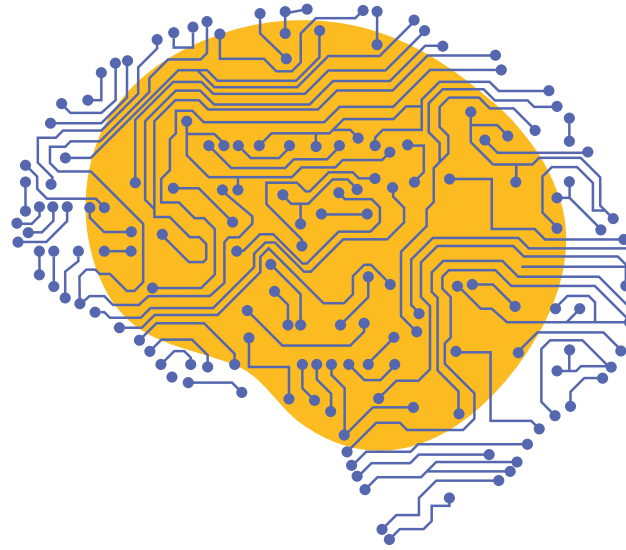
Il branding emotivo serve a capire la reazione emotiva, la soddisfazione del cliente e la fedeltà al brand, nello sforzo di implementare strategie di marketing vincenti. Tale attività di marketing fa riferimento alla pratica di creazione di brand che si appellano direttamente allo stato emotivo e alle necessità dei consumatori, con l'obiettivo finale di creare un attaccamento forte e duraturo al brand stesso.

Big data e mappe di rete per prevedere e comprendere il comportamento del consumatore

Le neuroscienze sono estremamente importanti nelle ricerche di mercato e nello studio del comportamento dei consumatori, benché sia una questione aperta decidere se tale contributo possa essere ottenuto più facilmente tramite l'uso di altre tecnologie di ricerca, che elaborano misurazioni più efficienti e rappresentative su gruppi più ampi di soggetti. Il mondo intorno a noi sta cambiando drasticamente e i professionisti del marketing hanno la necessità di elaborare un quadro completo dei loro clienti, in modo da poter adeguare messaggi e prodotti attinenti. I principi fondamentali delle neuroscienze e del data science rendono il neuromarketing un'area di ricerca trasformazionale essenziale.

Il neuromarketing chiede in sostanza alle aziende di prendere in considerazione la ricerca, i risultati e gli studi scientifici prima di affrontare un processo che possa aiutarli a influire sulle decisioni d'acquisto dei clienti.

Vale la pena notare che c'è più contenuto online adesso di quanto ci sia mai stato prima. Ciò significa che i brand devono lavorare molto più duramente per catturare l'attenzione del loro pubblico di riferimento, dato che, secondo le ricerche di Google, circa il 50% dei messaggi pubblicitari non riceve alcun riconoscimento.



L'analisi del comportamento e il data science stanno passando all'utilizzo di grandi quantità di dati grezzi che le persone creano mentre sono sui social media, nelle applicazioni di gioco, sui siti di marketing o di vendita, per elaborare i trend futuri e l'attività commerciale.

Lo sviluppo di nuovo hardware e software ha contribuito ad accrescere l'accettazione e l'utilizzo nel marketing delle neuroscienze e dell'analisi dei dati.

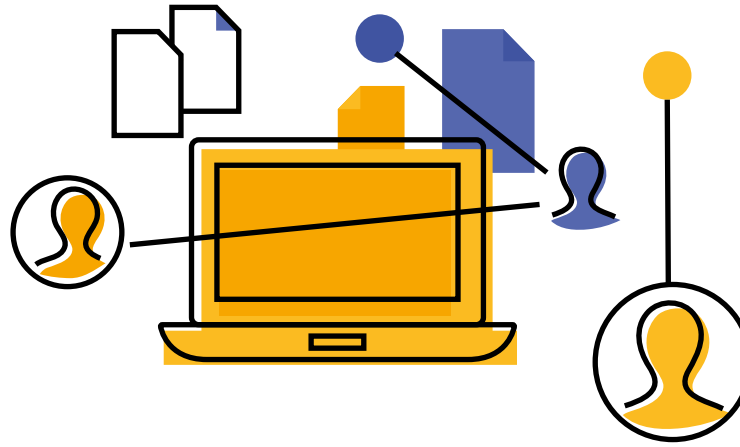
Il risultato della rivoluzione informatica iniziata alla fine del secolo scorso è la comunità iperconnessa in cui noi tutti viviamo, dove, grazie a internet, ogni individuo è in grado di comunicare con quasi tutti gli altri sul pianeta e dove la riduzione dei costi di memorizzazione ha fatto sì che venga registrata quasi ogni traccia digitale delle nostre attività e comportamenti. Vista l'incredibile quantità di dati non strutturati e non correlati disponibile attualmente, ciò di cui abbiamo bisogno è un efficiente metodo di ricerca per estrarre conoscenze spendibili.
Set di dati sono raccolti e analizzati e in seguito combinati con la ricerca neuroscientifica per preparare il terreno all'identificazione delle basi cognitive degli atteggiamenti e dei comportamenti umani. La vera sfida, quindi, non è tanto recuperare i dati, ma piuttosto analizzare i dati giusti per acquisire conoscenze che servano da supporto ad azioni presenti e future.

Susan Etlinger
What do we do with all this big data?

L'analisi di dati grezzi fornisce agli esperti di marketing nuovi potenti mezzi per aiutare i consumatori a ottenere il massimo dalle loro vite, ma l'abbinamento con le neuroscienze offrirà nuove straordinarie opportunità di soddisfare, da un lato, le necessità dei clienti, e ridurre dall'altro il clutter pubblicitario e le costose campagne di marketing per tentativi ed errori.

Neuroscienze e analisi dei dati possono fornire agli esperti di marketing valide intuizioni sulle scelte e i comportamenti dei clienti.

Applicazioni dei big data e del neuromarketing condividono la necessità di trovare ed estrarre informazioni potenzialmente utili per supportare il processo decisionale dei consumatori.



Molti ricercatori nell'ambito del marketing sono fermamente convinti che l'analisi dei social media rappresenti un'opportunità unica per le imprese di trattare il mercato come una "conversazione" fra aziende e clienti, in sostituzione del tradizionale marketing unidirezionale business-to-customer (B2C). Lo sfruttamento dei dati provenienti dai social network offre un enorme potenziale in termini di aumento dei già notevoli dati transazionali e comportamentali attualmente insiti nei set di dati, raccogliendo nuove variabili e intuizioni, che portino, in ultima analisi, a migliorare i modelli predittivi.

Quando usiamo un qualunque servizio online, riveliamo sistematicamente grandi quantità di informazioni su di noi, che includono tutto ciò che ci riguarda, a partire da nome, luogo, passatempi, amici e opinioni per arrivare addirittura a pensieri, speranze, sogni e paure.

Il numero di click, passaggi e impressioni rappresentano vari livelli di coinvolgimento del consumatore in contenuti che possono essere misurati e previsti nel corso del tempo. Mail scambiate, prodotti acquistati nei negozi digitali, investimenti sui risparmi, likes su Facebook, retweet su Twitter creano un corpus di informazioni – big data – accessibile a chiunque, attualmente utilizzato da molte aziende per una varietà di scopi.

Big data
La raccolta e/o l'archiviazione sistematica di grandi quantità di dati allo scopo di trovare pattern finora sconosciuti, relazioni o altri elementi informativi mediante l'analisi computazionale, spesso coinvolgendo algoritmi avanzati di apprendimento automatico.

Tricia Wang
TED talk:
"The human insights missing from big data"

Il potenziale dei big data nella trasformazione del processo decisionale da parte degli esperti di marketing è stato scoperto e immediatamente adottato dal settore e giustapposto al neuromarketing per creare o infrangere il successo di qualsiasi campagna di marketing.
I modelli predittivi possono fare affidamento sull'attività comportamentale dei consumatori: qualunque preferenza per prodotti o scelta comportamentale si riflette nel segmento di mercato o nella popolazione complessiva. Per raggiungere tale obiettivo, l'informatica è la risorsa più importante che i professionisti del marketing possano utilizzare nella ricerca sul comportamento sociale attraverso l'analisi dei big data.

Informatica e fisica statistica permettono di districare la complessità dei dati.

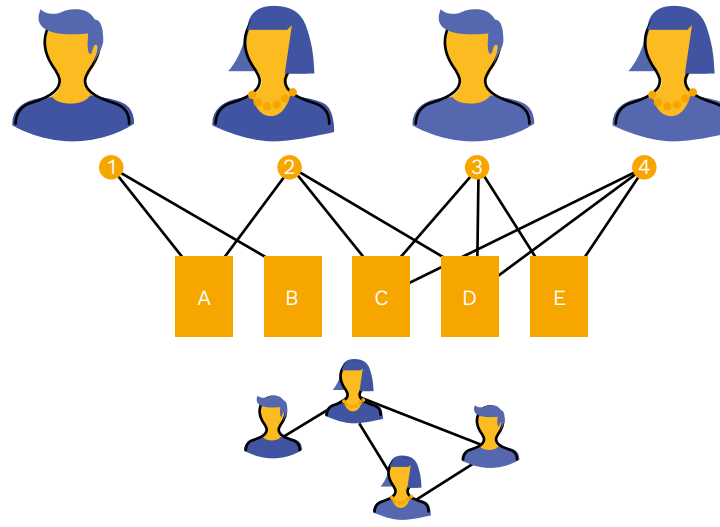
I professionisti del marketing non rispondono necessariamente alla domanda sul motivo per cui i consumatori cliccano gli annunci pubblicitari. La domanda a cui cercano di rispondere è la questione della motivazione. Quindi, anche se le metriche quantificano il comportamento umano, è importante tener conto della storia che raccontano nel corso del tempo, per contribuire a capire perché i numeri appaiano come in effetti appaiono. Ad esempio, alcuni brand utilizzano test di tempo di reazione implicita all'interno dei propri sondaggi online, per misurare non solo ciò che le persone dicono, ma anche quanto velocemente lo dicono. Ciò rivela il livello di fiducia che le persone hanno nelle proprie risposte e fornisce un quadro più dettagliato delle diverse motivazioni che spingono i consumatori che potrebbero aver espresso la stessa opinione in un sondaggio.

Reti complesse

Le reti complesse sono un esempio fondamentale di uno strumento matematico in grado di estrarre informazioni da dati non strutturati (media su YouTube, notizie su siti Web, tweet su Twitter) e sono composte da N nodi fissi connessi con una probabilità p.

La pervasiva presenza di reti ovunque rende possibile utilizzare le quantità topologiche che le descrivono come uno strumento per definire il comportamento delle persone, come ad esempio le abitudini di acquisto.

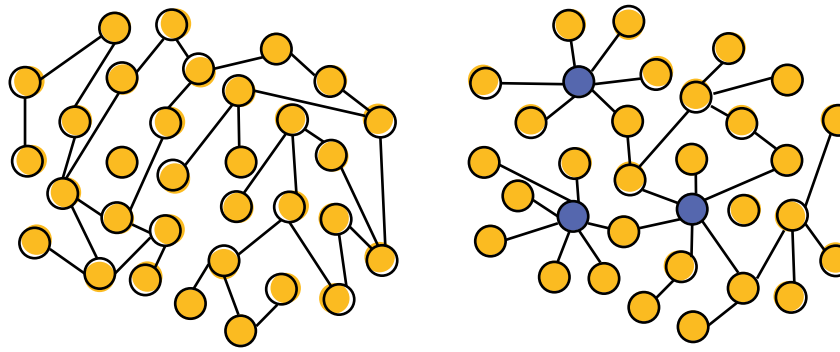
Immaginate di avere accesso alla cronologia di Netflix di una serie di persone (Alice, Bob, Charlie, Daisy, ecc.). Possiamo visualizzare la loro attività rappresentandoli come vertici in un grafico e collegandoli ai film che hanno scaricato da Netflix come nella figura a lato.



Più film un gruppo di persone scarica più simili sono le persone. In particolare in questo caso, possiamo immaginare che le persone 2-3-4 formino un gruppo di grandi fan di Leonardo Di Caprio.

Tale informazione è così importante per le aziende che Netflix ha deciso di assegnare un premio di un milione di dollari a un team di ricercatori in grado di "... migliorare sostanzialmente l'accuratezza delle previsioni su quanto a qualcuno piacerà un film in base alle sue preferenze cinematografiche". Il premio è stato assegnato nel corso di una cerimonia a New York il 21 settembre 2009 e i documenti in cui è spiegato l'algoritmo sono stati resi disponibili al pubblico. Diventare sempre più efficaci con questo tipo di targeting può offrire un ritorno sull'investimento più elevato rispetto alla spesa iniziale delle attività di marketing.

Una rete a invarianza di scala ha la struttura mostrata nell'immagine qui sotto.



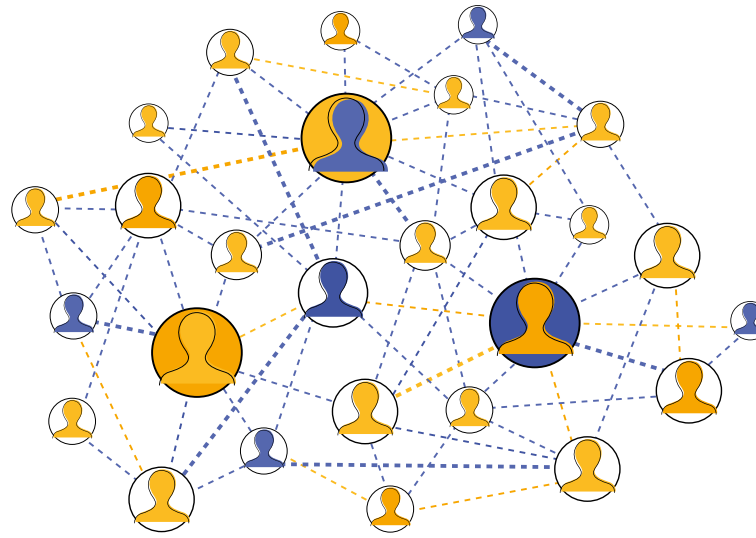
(a) Random network **(B) Scale-free network**

Immaginate che tale grafico rappresenti l'insieme di connessioni in un gruppo di amici. Se gli hub (vale a dire i due nodi centrali con il più grande insieme di connessioni) iniziano ad agire come promotori di un'idea o di un prodotto, questi saranno sicuramente più influenti di qualsiasi altra persona in questa cerchia. Questo è il concetto di "influencer" in una rete.

Varie aziende traggono profitto dallo studio delle caratteristiche degli influencer in una rete, pubblicizzando attraverso di essi prodotti specifici.

Un caso di studio è quello di Traackr (www.traackr.com), un'azienda che raccoglie le informazioni pubbliche o semi-pubbliche che tutti noi lasciamo nel mondo digitale (i nostri post, i nostri tweets, la nostra pagina web, la nostra rete di contatti nei social network) e ci classifica come più o meno influenti. Questo set di dati è quindi utilizzato da varie aziende per creare annunci pubblicitari profilati per i loro prodotti.

«L’influencer marketing è il processo di individuazione, ricerca, coinvolgimento e supporto delle persone che creano conversazioni di impatto elevato con i clienti riguardo a un determinato brand e ai suoi prodotti o servizi.»



«L’influencer marketing offre ai brand il potenziale per unificare marketing, PR, vendite, prodotti,

marketing digitale e social media mediante una comunicazione potente e adeguata basata sulle relazioni»

Traackr
Discover the Value of Influencer Marketing

Nicholas Christakis
The hidden influence of social networks?

Affinché i big data portino a compimento la loro grande missione, è necessario andare oltre i metodi di raccolta dei dati di sorveglianza, che riportano solo i comportamenti delle persone coinvolte, e iniziare a integrare una componente umana che informa gli esperti di marketing sull'aspetto più importante del comportamento: il perché e il modo di influenzare.
I modelli predittivi di atteggiamenti e comportamenti derivati dall'analisi dei big data possono offrire informazioni essenziali per comprendere le basi neurali delle differenze interindividuali nei processi decisionali. Ad esempio, i modelli derivati dall'analisi dei big data potrebbero essere utilizzati per ricavare modelli di classificazione che indichino come individui con caratteristiche psicologiche o cognitive distinte compiano le loro scelte in contesti social diversi.

Gli studi hanno dimostrato che variabili specifiche derivate dall'analisi di social network come Facebook o Twitter, inclusi il numero di amici o di connessioni dirette/indirette con altri individui, possono essere correlate con specifiche caratteristiche anatomiche e funzionali del cervello. Pertanto, individui con comportamenti diversi nel social network possono essere esaminati, in termini di caratteristiche anatomiche e funzionali del cervello, con metodi di neuroimaging, per determinare le basi neurali di diversi tipi di atteggiamento.
È interessante notare che il nostro cervello subisce quotidianamente molti cambiamenti funzionali e strutturali, che possono essere direttamente collegati ai quotidiani mutamenti dell'umore e dei comportamenti; in un lavoro recente, la loro presenza è stata rilevata durante l'analisi dei dati estratti da centinaia di account Twitter.

La cooperazione tra big data e neuromarketing si traduce in un'analisi della rete neurale necessaria per elaborare tutti i dati recuperati e scoprire pattern di conoscenza nascosti.

Permangono alcuni problemi essenziali nell'uso degli approcci "big data" al neuromarketing. L'elevata dimensionalità e l'enorme numero di set di dati possono di per sé portare a problemi inferenziali e la raccolta spesso incontrollata di set di dati così grandi ha il potenziale di sollevare questioni di interesse pubblico per quanto riguarda l'etica della ricerca sociale.

→
Social data research

Alla luce di tali preoccupazioni, i big data forniscono grandi opportunità per il neuromarketing in quanto scienza dell'influenzare, in particolare grazie a … «*(I) le sue dimensioni di coorte, (ii) la sua attenzione alle variabili demografiche e socio-economiche, e (iii) la sua vasta gamma di variabili che possono essere allineate alle variabili delle neuroscienze.*»

(Breiter et al, 2015)

L’integrazione dei migliori elementi di entrambi gli approcci offre il massimo potenziale per migliorare la comprensione del cliente e dei risultati del marketing aziendale.

Tali indagini indicano chiaramente che l’uso combinato dell’analisi dei big data e degli approcci di neuroimaging può fornire un eccezionale approfondimento sulle basi neurali degli atteggiamenti e dei comportamenti umani.

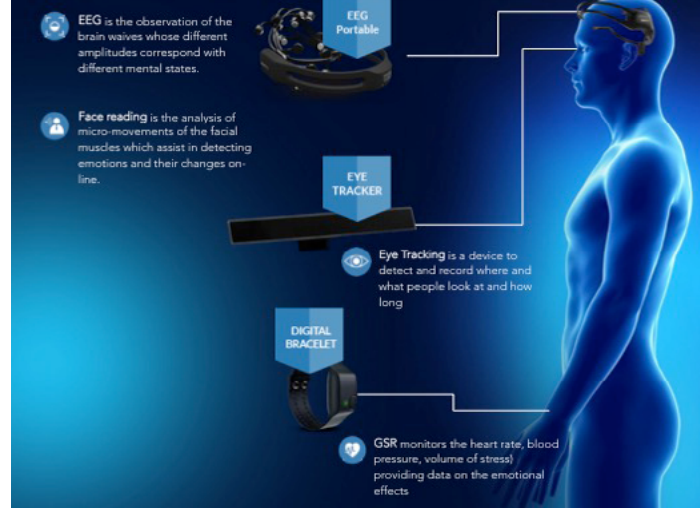
neuralya.com

Neuralya
Think Feel Decide

Neuralya

Neuralya is a platform which extends the set of traditional neuromarketing metrics and gives a wider understanding of what the customer is thinking and feeling. By using the newest technologies, we evaluate the customer's behavior, rational, emotional and instinctual components. By applying neuroscience and behavioral analysis principles, we use emerging technology that measures people's behaviors and reactions to products. The use data to deliver a strategy that helps you understand your brand and grow your business.

neuralya



Total Funding *n.a.*

Last Round *n.a.*

neuralsense.com

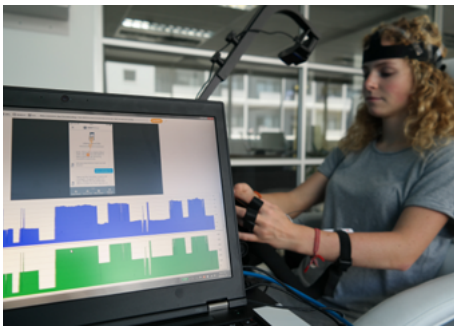
Neural Sense™
An Introduction

Neural Sense™
NeuroWine 2.0
Project

Neural Sense

Neural Sense™ empowers companies to optimise Online User Experiences; In-Store Shopping Behavior; Advertising and Marketing Communications; New Product Design and Development; Store Design and Ergonomics; Neural Sense™ is Africa's first Neuromarketing company and the leader of this field in developing markets and informal trade economies; and so much more. To achieve this, its researchers use Electroencephalography (EEG) technology to measure brain activity and Galvanic Skin Response (GSR) biometric sensors to measure changes in one's physiological state, to learn why consumers make the decisions they do. It also investigates the emotions experienced through Facial Coding and identifies the visual influencers with Mobile Eye-tracking glasses, Virtual Reality eye-tracking headsets and Remote eye-tracking technologies. The final goal is to scientifically assess emotional processes that are subconscious and implicit, thereby providing access to richer and less biased insights than traditional research techniques.

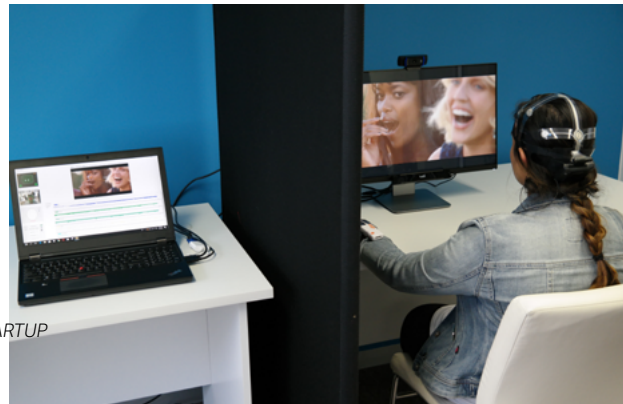
NEURAL SENSE™



Total Funding *Undisclosed*

Last Round *March 2016*

Angel



synetiq.net

Synetiq with the customers' eyes

Synetiq

Synetiq is focused on understanding audience emotions to create better video ads; it helps advertisers and their agencies create high - performing video ads with emotional insights from their target audience.
The sec-by-sec analysis of physiological data enables Synetiq to reveal even the smallest changes of the customer audience's unconscious state; they might not be aware of all their feelings but their body tells everything which Synetiq can analyse and deliver to the customer as actionable marketing insights.

SYNETIQ

Total Funding *n.a.*

Last Round *December 2017 Incubator/ Accelerator*

GLOSSARIO APPROFONDIMENTI: MARKETING

7

Associazione del brand
Processo in base al quale elementi come un simbolo, un'attività, persone famose, ecc. vengono collegati a un particolare brand o prodotto.

Big data
La raccolta e/o l'archiviazione sistematica di grandi quantità di dati allo scopo di trovare pattern finora sconosciuti, relazioni o altri elementi informativi mediante l'analisi computazionale, spesso coinvolgendo algoritmi avanzati di apprendimento automatico.

Branding emotivo
Strategia che collega un brand a emozioni umane attraverso tecniche di marketing e brand positioning.

Codifica delle espressioni facciali
Analisi delle espressioni facciali dei soggetti esaminati per approfondire certe reazioni a un prodotto o a uno spot, incluse la delusione, la gioia e così via.

Coinvolgimento
Livello dell'attenzione attivata dai prodotti e della percezione che questi ultimi siano interessanti a livello personale.

Coinvolgimento emotivo
Strategia che fa appello alle emozioni o le scatena.

Desiderio
Entità dell'azione o delle intenzioni di acquisto stimolate dal prodotto in seguito alle emozioni positive o negative suscitate.

Deterministico
Tutti gli esiti possibili sono perfettamente noti o determinati.

Distrazione
Grado in cui il consumatore percepisce il prodotto come imprevisto e illogico.

Effetto di focalizzazione sull'arma
Effetto secondo cui i testimoni di un reato in cui è presente un'arma dirottano l'attenzione su quest'ultima, trascurando altri dettagli della scena, con conseguente compromissione successiva dei ricordi.

Esecutore e pianificatore
Processi mentali che plasmano l'autocontrollo attraverso il processo decisionale.

Fedeltà al brand
Tendenza di alcuni consumatori a continuare a comprare i prodotti di uno stesso brand piuttosto che quelli concorrenti.

Incertezza
Non esiste un limite a esiti o alternative possibili.

Neuromarketing
Combinazione tra la ricerca sul comportamento dei consumatori e le neuroscienze, che prevede

GLOSSARIO APPROFONDIMENTI: MARKETING

7

l'uso diretto dei sensori biometrici, dell'imaging e della scansione cerebrale e dell'analisi dei dati per misurare le reazioni individuali e di gruppo a specifiche attività di marketing.

Neuroni multisensoriali
Cellule del sistema nervoso altamente specializzate, che hanno la capacità sia di essere stimolate sia di condurre gli impulsi.

Probabilistico
Sono possibili molti esiti diversi, con vari gradi di certezza o incertezza

Risposta cerebrale immediata
Attività cerebrale che si verifica nel primo mezzo secondo dalla presentazione dello stimolo.

Risposta galvanica della pelle e attività elettrodermica
Misura delle secrezioni delle ghiandole sudoripare, spesso associata alla misurazione della frequenza cardiaca, dell'attivazione fisiologica e dell'attività elettrodermica collegata a livelli elevati o scarsi di eccitazione e coinvolgimento.

Tracciamento oculare
Rilevamento dei movimenti oculari attraverso piccole fotocamere, che misurano anche la dimensione delle pupille, nel corso di prove cognitive, permettendo ai ricercatori di capire quali parti della pubblicità siano più accattivanti visivamente e ottengano maggior coinvolgimento da parte dei soggetti studiati.

Bibliografia

Descrizione dei processi decisionali basilari nelle dinamiche di mercato

Owolabi, AB. (2009) *Effect of Consumers Mood on Advertising Effectiveness*. Europe's Journal of Psychology 4: pp. 118-127

Richard Shotton. *The choice factory: 25 behavioral biases that influence what we buy*. Ed. Harriman House.

Reazione emotiva, associazione del brand e fedeltà

Casarotto S., Ricciardi E., Romani S., Dalli D. and Pietrini P., (2013) *Covert brand recognition engages emotion-specific brain networks*. Archives italiennes de biologie, 150(4): pp.259-273.

Lee, N., Brandes, L., Chamberlain, L. and Senior, C., (2017). *This is your brain on neuromarketing: reflections on a decade of research*. Journal of Marketing Management, 33(11-12): pp.878-892.

Amsteus, M., Al-Shaaban, S., Wallin, E., & Sjöqvist, S. (2015). *Colors in Marketing: A Study of Color Associations and Context (in) Dependence*. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 6(3): pp32–45.

Big data e mappe di rete per prevedere e comprendere il comportamento del consumatore

Caldarelli, G., 2007. *Scale-free networks: complex webs in nature and technology*. Oxford University Press.

Bonanno, G., Caldarelli, G., Lillo, F., Micciche, S., Vandewalle, N. and Mantegna, R.N., (2004) *Networks of equities in financial markets*. The European Physical Journal, 38(2): pp.363-371.

Bordino, I., Battiston, S., Caldarelli, G., Cristelli, M., Ukkonen, A. and Weber, I., (2012) *Web search queries can predict stock market volumes*. PloS one, 7(7): p.e40014.

Breiter HC, Block M, Blood AJ, Calder B, Chamberlain L, Lee N, Livengood S, Mulhern FJ, Raman K, Schultz D, Stern DB, Viswanathan V, Zhang FZ. (2015). *Redefining neuromarketing as an integrated science of influence*. Front Hum Neurosci. 12;(8) pp.1073.

Garlaschelli, D., Battiston, S., Castri, M., Servedio, V.D. and Caldarelli, G., (2005). *The scale-free topology of market investments*. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 350(2-4): pp.491-499.

Golder, S.A. and Macy, M.W., (2011). *Diurnal and seasonal mood vary with work, sleep, and daylength across diverse cultures*. Science, 333(6051): pp.1878-1881.

Heide R.J., Vyas G., Olson I.R. (2014). *The social network-network: size is predicted by brain structure and function in the amygdala and paralimbic regions*. Social cognitive and affective neuroscience, 9 12: pp1962-72.

Iori, G., De Masi, G., Precup, O.V., Gabbi, G. and Caldarelli, G., (2008). *A network analysis of the Italian overnight money market*. Journal of Economic Dynamics and Control, 32(1), pp.259-278.

Nagel, C. (2015). The Battle: Big Data vs. *Neuromarketing. Competing or complementing for better consumer understanding*? Neuromarketing Theory & Practice, 13, pp.24–26.

Schmälzle R., O'Donnell M.B., Garcia J.O., Cascio C.N., Bayer J., Bassett D.S., Vettel J.M, Falk E.B. (2017) *Brain connectivity dynamics during social interaction reflect social network structure*. PNAS, PNAS, 114 (20): pp5153-5158

Sitografia

https://digiday.com/uk/snickers-satisfies/

https://imotions.com/blog/neuromarketing-examples/

https://blog.percolate.com/2014/12/neuromarketing-how-the-human-brain-experiences-your-brand/

https://www.youtube.com/watch?v=ej6cygeB2X0

https://www.indiebound.org/book/9780805092646

https://www.youtube.com/watch?v=_rKceOe-Jr0

https://www.youtube.com/watch?v=AWPrOvzzqZk#action=share

https://www.ted.com/talks/tricia_wang_the_human_insights_missing_from_big_data/transcript

http://www.traackr.com/influencer-marketing

https://www.ted.com/talks/nicholas_christakis_the_hidden_influence_of_social_networks?language=en

08

Approfondimenti: **Finanza e Investimenti**

Le neuroscienze identificano i tratti comportamentali di operatori finanziari e investitori

L'approccio neurale al processo decisionale in ambito finanziario, attualmente conosciuto come Neurofinanza, ha acquisito sempre maggior evidenza dopo gli studi pionieristici che hanno guardato al di là dei meri aspetti psicologici che influenzano i processi decisionali e si sono addentrati nella mente dei decision-maker. Tale approccio ha dato origine a modelli di processo decisionale più realistici, riuscendo a spiegare una gamma molto ampia di comportamenti economici individuali.

Frydman (2014) definisce il campo della neurofinanza come: *«Cercare di individuare i processi di calcolo elaborati dal cervello per prendere decisioni finanziarie e di comprendere come tali calcoli determinino il comportamento»*.

La tecnologia attuale è ormai in grado di rappresentare visivamente l'attività cerebrale degli operatori finanziari professionisti e degli investitori, qui definiti come chiunque sia chiamato a prendere una decisione finanziaria.

Associando i tratti comportamentali al profilo neurale, è possibile identificare qualsiasi comportamento e rispondervi in modo da trarne vantaggio.

Le neuroscienze avvicinano il fattore umano alla scienza delle finanze, e il decision-maker finanziario si evolve dal razionale Homo economicus all'"irrazionale" Homo sapiens.
Di fronte a esiti rischiosi, un decision-maker non sceglie sempre l'opzione che comporta investimenti col più alto valore atteso ma predilige il risultato preferito, o preferibile, rispetto alle alternative.

Teoria dell'utilità attesa
Il decision-maker sceglie tra prospettive rischiose o incerte confrontando il valore di utilità attesa di ciascuna.

Razionalità limitata
La razionalità è spesso limitata dalla trattabilità del problema decisionale, dai limiti cognitivi della nostra mente e dal tempo a disposizione per prendere la decisione.

Come illustra chiaramente la teoria dell'utilità attesa, alcune persone sono talmente avverse al rischio da preferire l'alternativa più sicura, sebbene abbia un valore atteso inferiore, laddove le persone meno avverse al rischio punterebbero sull'opzione che ha la media di rischio più alta.

Secondo quanto riportato, la teoria dell'utilità attesa e la razionalità limitata indicano che valore, rischio e avversione allo stesso influenzano il comportamento di scelta, sebbene non sia noto il contributo di tali teorie nei confronti delle scelte vere e proprie. Il neuroimaging è stato fondamentale per mettere in correlazione l'attività delle aree cerebrali associate al processo decisionale (quali lo striato ventrale e la corteccia cingolata anteriore) con il valore e il rischio. Lo striato ventrale, in particolare il nucleus accumbens, si attiva quando si prevedono o quando si ricevono gratificazioni monetarie e sociali, mentre la corteccia cingolata anteriore contribuisce in genere al controllo cognitivo mobilitando l'attività cerebrale per evitare il rischio.

Il terzo fattore, l'avversione al rischio, è strettamente correlato all'attività della circonvoluzione frontale inferiore.

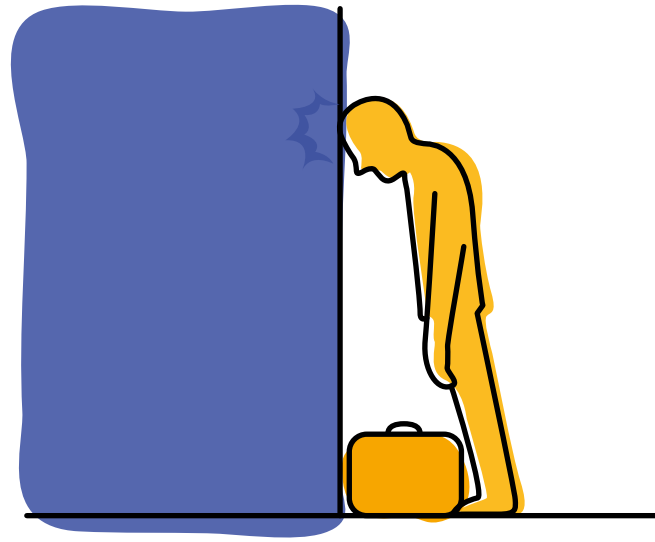
→
Circonvoluzione frontale inferiore destra

The Anatomy and Functions of the Frontal Lobe

La circonvoluzione frontale inferiore destra risulta coinvolta nei compiti di tipo go/no-go. La maggiore avversione al rischio, che è connessa al rifiuto delle opzioni rischiose, è stata collegata a una maggiore attività nella corteccia frontale inferiore. Si è visto, difatti, che la stimolazione transcranica a corrente diretta (tDCS) di tale area comportava modifiche nell'attitudine al rischio; l'imaging cerebrale è dunque essenziale per individuare come vengono coinvolti i fattori decisionali nelle scelte comportamentali.
Lo scenario applicativo aperto da tali risultati lascia intravedere un futuro in cui la tDCS e le strategie cognitive potrebbero aiutarci a fare la scelta ottimale in situazioni rischiose. Inoltre, non bisogna dimenticare che le persone tendono a essere avverse al rischio nelle fasi di guadagno, o quando le cose vanno bene, mentre sono relativamente inclini al rischio quando sono in passivo, per esempio quando un operatore finanziario sta affrontando una perdita.

Teoria del prospetto
Le persone sono più inclini a correre rischi per evitare una perdita, in quanto detestano perdere più di quanto amino ottenere guadagni equivalenti.

Al momento di valutare la preferenza rispetto al rischio, andrebbero quindi presi seriamente in considerazione sia l'attitudine individuale nei confronti delle perdite e dei profitti, sia i limiti temporali e mentali della razionalità, poiché, ad esempio, i soggetti con elevata avversione al rischio sono disposti ad acquistare prodotti finanziari assicurativi.
La valutazione degli esiti rischiosi si basa sul bisogno di sicurezza (paura di perdere e/o di pentirsi) e sul potenziale (speranza), nonché su un dato livello di aspirazione.
Si potrebbe prevedere la codifica della gratificazione e valutare il processo individuale monitorando l'attività nell'area striata nel corso della valutazione di una "scommessa" monetaria, che risulterà non lineare in termini di probabilità nel modello previsto dalla teoria del prospetto.



A partire dalla valutazione complessiva della situazione corrente fino alla ponderazione falsamente razionale dei possibili esiti, dovremmo basarci su un modello flessibile che tenga conto di ogni comportamento relativo al probability matching (l'adeguamento alle probabilità), all'avversione alla perdita, all'effetto dell'incertezza e al bias di conferma. Nella continua ricerca dell'avversione al rischio, le dinamiche mutevoli dipendono strettamente dalla percezione soggettiva e dall'attitudine al rischio. Tramite l'imaging cerebrale è possibile monitorare ogni passaggio dal profilo propenso a quello avverso al rischio. La propensione e l'avversione al rischio e alla perdita sono strettamente correlate all'attivazione della corteccia prefrontale, rispettivamente mediale e laterale. La corteccia prefrontale è coinvolta nella pianificazione dei comportamenti cognitivi complessi, nell'espressione della personalità, nel processo decisionale e funge da moderatore del comportamento sociale. Tutti aspetti gestiti dalla funzione esecutiva, che si occupa della capacità di distinguere fra idee contrastanti.

Al contrario, la parte anteriore superiore dell'insula, un'area che si localizza accanto alla circonvoluzione frontale superiore (vedi sopra) e che elabora informazioni

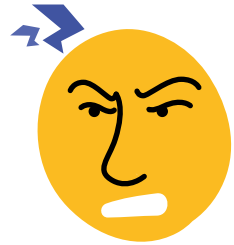
convergenti, produce un contesto emozionale rilevante per esperienze sensoriali, le quali precedono il passaggio a scelte di avversione al rischio. L'attivazione di quest'area è stata difatti associata all'anticipazione del dolore fisico e stimoli visivi sgradevoli, e nei complessi effetti eccitatori negativi.

Le decisioni finanziarie, che siano prese dagli operatori finanziari o dagli investitori, sono decisioni cruciali e di importanza vitale: di recente si è riservata sempre maggior attenzione alla comprensione dei meccanismi neurali che ne sono alla base.

All'inizio degli anni 2000, studiosi e medici hanno cominciato a interessarsi, negli studi sul comportamento, di chiunque fosse chiamato a prendere una decisione di tipo finanziario, nonché della personalità degli investitori. Pompian (2012) fa esplicito riferimento alla teoria del temperamento e della personalità, elaborata a partire da dottrine risalenti al ventesimo secolo, quali la teoria junghiana del tipo psicologico, la teoria dei tipi di personalità sviluppata da Myers e Briggs, e la teoria dei Big-Five, che postula l'esistenza di cinque tratti principali della personalità degli esseri umani (anche se possiamo già rintracciare l'origine dei tradizionali quattro temperamenti della personalità negli scritti di Ippocrate risalenti a oltre 2.000 anni fa!).

Sanguigno

Malinconico



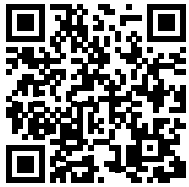
Collerico

Flemmatico

Pompian è partito dai quattro temperamenti per proporre quattro corrispondenti Tipi di Investitori Comportamentali (TIC), a ciascuno dei quali corrispondono specifici bias cognitivi, poiché ogni TIC è più soggetto di altri a determinati bias. Per questo è importante, sotto molti aspetti, collegare i bias cognitivi alla personalità: per esempio, i consulenti finanziari possono migliorare il rapporto con i clienti se ne riconoscono il corrispondente TIC. Gli investitori stessi possono perfezionare il proprio comportamento e le proprie decisioni se si rendono conto di avere una personalità specifica che li predispone a bias caratteristici. Al momento la sfida risiede nell'individuazione di strategie specifiche, adeguate ai diversi tipi di personalità.

Le tecniche neuroscientifiche, in grado di monitorare le reazioni del corpo e le risposte del cervello, aiutano a raccogliere nuove misure delle caratteristiche cognitive individuali e dei meccanismi comportamentali automatici nella ricerca in ambito finanziario; questo ruolo era stato in precedenza ampiamente trascurato dagli economisti per via delle difficoltà di quantificazione nella misura stessa.

Le tecniche di imaging cerebrale sono strumenti complementari da utilizzare per testare le ipotesi sul comportamento degli investitori, altrimenti difficili da valutare in base ai soli dati di campo e sperimentali.



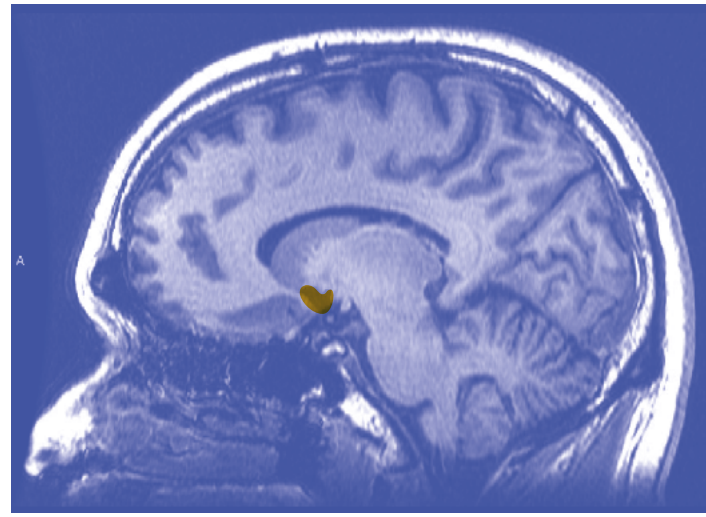
Shlomo Benartzi
TED talk:
"Saving for tomorrow, tomorrow"

La neurofinanza sta finalmente facendo luce sui substrati neurali che determinano il comportamento degli operatori nei mercati finanziari, in situazioni di scelte intertemporali, di rischio, di incertezza o ambiguità, di decisioni relative a investimenti e finanziamenti e di trading sui mercati azionari.

Fra gli anni '90 e i 2000, molti ricercatori hanno misurato le reazioni degli operatori finanziari in termini di conduttanza cutanea e pressione arteriosa sistemica, esaminando l'influenza di ansia e incertezza sulle scelte nella gestione del portafoglio.
La prima ricerca che ha utilizzato una tecnologia avanzata nel settore finanziario per mappare il cervello è stata implementata nel 2002, quando Gehring e Willoughby hanno usato l'EEG durante un gioco di simulazione finanziaria. I risultati hanno evidenziato che l'attività cerebrale è effettivamente correlata ai risultati raggiunti negli esiti finali del gioco.
In seguito, altri ricercatori hanno integrato le informazioni originarie, spiegando che un'ampia rete di circuiti neurali è coinvolta nella valutazione di rischi, benefici, conflitti e nell'intenzione di comprare o vendere. Il nucleus accumbens, l'area cerebrale che supporta la gratificazione, si attiva

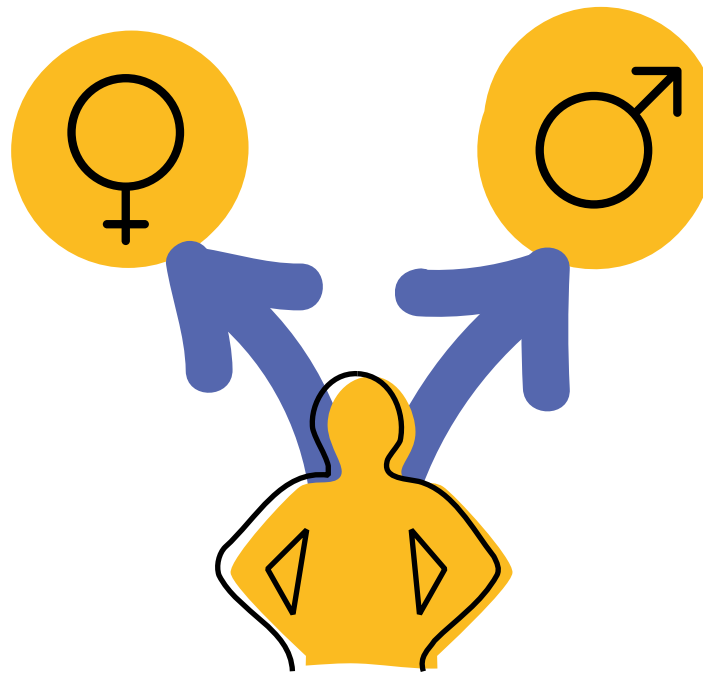
prima che gli investitori facciano scelte rischiose o errori di propensione al rischio, al contrario l'attivazione dell'insula anteriore precede le scelte che non comportano rischi e gli errori nel valutare l'avversione al rischio.

→
Nucleus Accumbens



Il nucleus accumbens è considerato il centro del piacere ed è associato alla motivazione e all'elaborazione cognitiva dell'avversione. Ha un ruolo significativo nel convertire lo stimolo emotivo in comportamento e nell'inibirlo.

Di recente, un gruppo di ricercatori ha determinato che uomini e donne hanno diverse capacità e preferenze, che comportano differenti attitudini comportamentali nel corso della vita. Nel settore finanziario, i ricercatori si sono interessati solo superficialmente alle differenze di genere nel processo decisionale. Le limitate ricerche sinora effettuate, si sono concentrate sull'eccesso di sicurezza, sull'esagerato ottimismo, sui bias di conferma e sulle euristiche, laddove gli uomini sono più inclini a mostrare un eccesso di sicurezza, operando maggiormente con i fondi comuni e i portafogli azionari. Precedentemente a questi ultimi lavori sul processo decisionale, alcuni ricercatori hanno individuato che il comportamento di assunzione del rischio nella finanza varia tra uomini e donne: i primi vedono nel rischio una scommessa e lo tollerano meglio delle seconde, che generalmente lo considerano una minaccia.



La letteratura suggerisce che il processo decisionale varia in base al genere.

Vieito et al. (2014) hanno dimostrato che esistono modelli di attività neurale sistematicamente differenti per maschi e femmine. Tali risultati hanno evidenziato l'importanza di capire esattamente come il rischio è interpretato a livello individuale e di chiarire che, mentre molti vedono nel rischio un'opportunità, altri lo considerano una minaccia.

Gli uomini e le donne utilizzano diverse parti del cervello per prendere decisioni che riguardano gli investimenti finanziari: se gli uni operano maggiormente con le azioni (comprano, mantengono e vendono), le altre comprano di più e vendono di meno. Inoltre, le donne preferiscono assicurare una certa liquidità in contanti, mentre gli uomini optano di più per investimenti in azioni.

Il processo decisionale finanziario cambia, inoltre, nel corso della vita: nello scegliere fra attività rischiose, le persone mature prendono decisioni inferiori in termini di errori di propensione al rischio rispetto ai più giovani.

È interessante notare come i giovani adulti e quelli più maturi manifestino reazioni neurali simili in risposta agli esiti di guadagno e di perdita sia a livello della corteccia prefrontale mediale sia a livello dello striato ventrale; tuttavia, l'attivazione di quest'ultima area, associata alla "ricompensa", varia notevolmente tra giovani e anziani. Se i giovani mostrano un'attivazione ridotta dello striato ventrale per le gratificazioni differite rispetto a quelle immediate, gli anziani mostrano lo stesso tipo di attivazione in entrambi i casi. Di conseguenza, gli studi di neuroimaging hanno chiamato in causa l'attività del nucleus accumbens e della corteccia prefrontale mediale nella tendenza dei più giovani a dare maggior peso alle gratificazioni immediate rispetto a quelle future.
Queste affermazioni indicano che nel corso dell'invecchiamento si verifica solo una lieve modifica strutturale della corteccia prefrontale mediale, mentre la sua connessione con lo striato ventrale subisce un deterioramento nell'età adulta. È importante sottolineare che i legami funzionali con la corteccia prefrontale sembrano differire in funzione di specifici contesti basati sul tipo di attività e diventano evidenti nel passaggio dall'infanzia all'età adulta. Per questo, le scelte temporali ottimali delle persone mature derivano da cambiamenti fisiologici, dall'esperienza o da entrambi sebbene, la saggezza non sia sempre una cosa positiva soprattutto considerando la gestione di asset rischiosi.

Le attività di ricerca più recenti nell'ambito delle scienze finanziarie e cognitive hanno evidenziato il legame tra emozioni e processo decisionale, evidenziando la necessità di ampliare le conoscenze su quanto i meccanismi emotivi influiscano sulle scelte finanziarie.

Emozioni e bias: una parte integrante del ragionamento ma in grado di gonfiare bolle speculative
Uno stato d'animo positivo induce le persone ad assumere dei rischi e sentirsi sicuri nella valutazione delle opzioni di investimento, mentre uno stato d'animo negativo, quale l'ansia, riduce la propensione a correre rischi.

Le emozioni hanno un ruolo importante quando ci si trova a prendere una decisione che comporta dei rischi.

Studiando il processo decisionale in ambito finanziario è possibile arrivare a capire i sistemi neurali che, interagendo, sono alla base dell'interfaccia tra emozione e cognizione, ma bisogna sottolineare il ruolo fondamentale delle emozioni quale ingranaggio essenziale della razionalità in neuroeconomia.

La teoria del rimpianto, sviluppata in ambito neuroscientifico e nelle ricerche sul processo decisionale, è un esempio eccellente di modello realistico introdotto nello studio del comportamento finanziario. Il neurobiologo Antonio Damasio ha studiato il modo in cui il processo decisionale e i processi emotivi interagiscono per generare il comportamento ottimale. I segnali corporei partono dalle profondità del sistema limbico per raggiungere le regioni della corteccia prefrontale, dove hanno sede le basi neurali del pensiero e delle capacità decisionali. Tale area opera come un'interfaccia tra la valutazione delle conseguenze delle proprie scelte e le emozioni provate quando si comprendono i risultati delle scelte stesse. Più precisamente, le attività della corteccia orbitofrontale dipendono da come si sentono i soggetti, se pentiti o delusi.

Paris innovation review
Understanding the financial brain: the goal of neuroeconomics

Rimpianto
Emozione che si prova quando si confronta ciò che si ha con ciò che si sarebbe potuto avere.

Questo presuppone il fatto di avere a disposizione informazioni sulle conseguenze delle possibilità che sono state escluse. La delusione, invece, è l'emozione che si prova quando si è scontenti dei risultati ottenuti senza, in effetti, sapere cosa sarebbe successo se ci fossimo comportati diversamente. Soltanto il pentimento, o rimpianto, induce un'attività significativa della corteccia orbitofrontale dove la quantità di attività neurale dipende dalla differenza tra i profitti ottenuti e quelli non ottenuti.
Nella maggior parte delle situazioni non si viene a conoscenza delle conseguenze delle scelte scartate, ma nei mercati finanziari tali informazioni sono disponibili. Per questo diventa assolutamente importante costruire un modello delle attività della corteccia orbitofrontale in funzione del rimpianto, da utilizzare per fornire alla finanza risorse per la creazione di modelli comportamentali.
Frydman et al. (2014) hanno condotto uno studio in cui i partecipanti scambiavano titoli azionari in un mercato sperimentale, mentre veniva misurata la loro attività cerebrale per mezzo della fMRI, dimostrando che i dati neurali potrebbero essere utili per testare i modelli di comportamento degli investitori. L'attività nello striato ventrale, area che codifica le informazioni su come cambia l'utilità attesa nel corso della vita, mostrava una risposta positiva quando i soggetti realizzavano plusvalenze.

Utilità realizzata
Ammontare del guadagno o della perdita realizzati.

Raggetti et al. (2017) hanno replicato alcuni risultati precedenti combinando la scansione cerebrale fMRI con una piattaforma di trading ad accesso diretto, invece di utilizzare uno specifico contesto laboratoriale controllato. Oltre a confermare l'attivazione delle aree cerebrali coinvolte nel processo decisionale e nelle preferenze relative

ai rischi, hanno scoperto che gli agenti finanziari fanno molto affidamento sulle euristiche per ridurre lo sforzo cognitivo: sono condizionati emotivamente, irrazionali e incapaci di stimare in maniera precisa le probabilità e il valore economico dei vari rischi affrontati. Tali osservazioni preliminari mettono in luce quanto sia essenziale effettuare altri studi di neuroeconomia per migliorare i modelli tradizionali di asset pricing e le teorie sul comportamento degli investitori, prendendo in considerazione il ruolo di emozioni e processi inconsci.

Euristiche
Scorciatoie cognitive o criteri guida che semplificano le decisioni, secondo un processo di sostituzione delle questioni complesse con altre più semplici.

Un lavoro più recente, che impiegava il neuroimaging durante il trading azionario, ha esaminato i fondamenti psicologici di bias tipici del trading, quali il disposition effect e il repurchase effect.

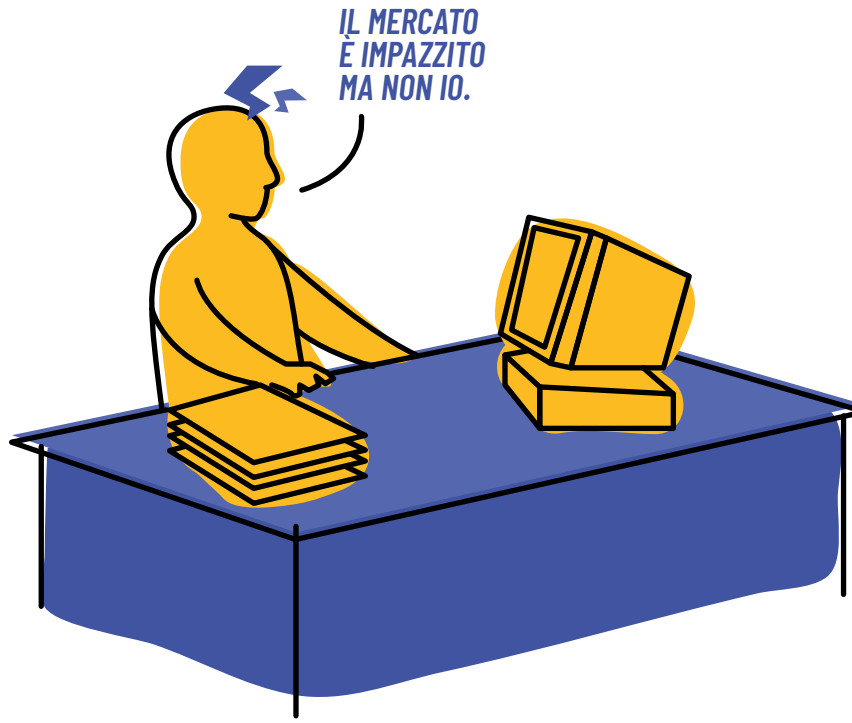
Disposition effect
Tendenza degli investitori a vendere le azioni il cui valore è in crescita e a conservare gli asset che hanno perso valore.

Repurchase effect
Riluttanza a riacquistare azioni precedentemente vendute il cui prezzo è nel frattempo aumentato.

Princeton University Press
This time is different
Eight centuries of financial folly

«È cambiata la tecnologia, è cambiata la statura media degli esseri umani e sono cambiate le mode, ma pare che la capacità dei governi e degli investitori di illudersi, dando origine ad attacchi periodici di euforia, che di solito finiscono in lacrime, sia rimasta una costante»

Reinhart and Rogoff (2009)



Sono sempre di più le ricerche che indicano che gli investitori prendono decisioni finanziarie subottimali. Ne è un esempio illustre il disposition effect, secondo cui gli investitori tendono a vendere maggiormente le azioni il cui valore è aumentato rispetto a quelle il cui valore è sceso, il che comporta profitti medi inferiori. L'utilità realizzata (RU) può spiegare l'effetto summenzionato: i soggetti ricavano un impatto edonico positivo dall'atto di vendere un'azione a seguito di un guadagno. La fMRI può avere maggior successo laddove gli esperimenti comportamentali e i dati di campo non sono stati in grado di mostrare risultati coerenti. La porzione ventrale mediale della corteccia prefrontale codifica il capital gain nel decidere il valore di vendita. Questo segnale è più forte nei soggetti che realizzano maggiori profitti.
Il nucleus accumbens mostra un aumento dell'attività quando i soggetti realizzano un profitto, che è in correlazione alla volontà di mantenerlo.

Il disposition effect risulta evidente nei dati individuali di trading delle intermediazioni commerciali, negli scambi effettuati dai professionisti che si occupano della gestione monetaria, e negli esperimenti di laboratorio che controllano accuratamente il processo statistico delle variazioni dei prezzi. Mentre il disposition effect è ormai un fatto empirico consolidato, la sua causa è tuttora oggetto di dibattito.

Esistono teorie che descrivono il meccanismo neurale (come unico fattore causale) in maniera implicita, come se un ingrediente fondamentale degli episodi delle bolle risiedesse nel fatto che gli operatori del mercato diventino sempre più euforici e poi (alcuni di loro) si rendano conto di aver investito per troppo tempo e si facciano prendere dal panico.

Ben S. Bernanke
On the Implications of the Financial Crisis for Economics

«[Una] questione che richiede decisamente più attenzione è quella del formarsi e propagarsi di bolle speculative... Temo che, andando avanti, servirà un'accurata ricerca empirica che ponga l'attenzione sia sui fattori psicologici sia su quelli economici... Aggiungo che ancora non sappiamo molto neanche di come si fermano le bolle...»

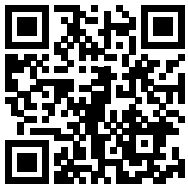
Cfr. Ben Bernanke, 2010 speech

In letteratura, alcuni ricercatori hanno creato paradigmi che riproducono in maniera fedele bolle e crolli, connettendoli con l'attività neurale misurata tramite l'impiego della fMRI. Nel 2015 Robert J. Shiller ha dichiarato che nel 2007 e nel 2014 è sembrato che l'informazione e i media assecondassero lo strombazzamento dei nuovi record stabiliti dal mercato azionario (in valore nominale). Eppure, in fondo in fondo, la gente sa che il mercato era allora ed è tuttora valutato a prezzo eccessivo, e trova la cosa sgradevole.

Le neuroscienze sono in grado di individuare dove si collochi esattamente questo "in fondo in fondo"?

I ricercatori hanno collegato l'acquisto durante le bolle speculative all'attività del *nucleus accumbens* (vedi sopra), regione del cervello coinvolta anche nei casi di tossicodipendenza e disturbi comportamentali (quali le ludopatie). Ciò avvalora l'ipotesi, confermata da molti, che le bolle siano il risultato di una patologia comportamentale collettiva in cui i fondamenti biologici comuni si appoggiano alla dipendenza e ai disturbi nel controllo degli impulsi. Nonostante tale impulso primordiale, un segnale neurale di preallarme si può riscontrare nell'insula anteriore destra, la cui attività è associata alla consapevolezza degli stati corporei, del dolore, del rischio, delle sensazioni istintive e delle emozioni, il che indica che le modifiche di tipo causale che incrementano l'attività dell'insula potrebbero ridurre le bolle.

Nell'economia e nella finanza le neuroscienze hanno l'obiettivo sociale di migliorare la teoria del processo decisionale. Capendo meglio il motivo per cui si compiono errori e scelte finanziarie subottimali, è possibile sviluppare strumenti che migliorino il modo in cui si prendono le decisioni. Sono pochi i dispositivi testati sperimentalmente per migliorare l'obiettività del processo decisionale nel settore finanziario (fra questi, la stimolazione transcranica a corrente



Paul Craven
Behavioral Finance:
from biases
to bubbles

diretta- tDCS). Sebbene la carenza di risultati in questo settore sembri un segno di debolezza, ne diventa evidente la forza nell'individuare i profili comportamentali e neurali associati alle prestazioni migliori. Il cervello si è abituato a elaborare informazioni incomplete in maniera straordinariamente veloce; non ci si può aspettare che si adatti, in un breve arco di tempo, a qualcosa di talmente complesso e nuovo dal punto di vista storico come il mercato finanziario, ma capire i meccanismi cerebrali aiuterà a rendere più comprensibili tali contesti.

INTERVISTA

Enrico Maria Cervellati
Associate Professor of Corporate Finance at the Department of Management Ca' Foscari University of Venice

In che modo la ricerca neuroscientifica contribuisce all'economia comportamentale?

La ricerca neuroscientifica ha dato un notevole contributo all'economia comportamentale e continuerà a farlo in futuro in misura anche maggiore. È stata, per esempio, in grado di indicare in che modo è possibile aiutare le persone a migliorare le proprie decisioni. Grazie alla neuroeconomia, economisti comportamentali come Richard Thaler, premio Nobel per l'Economia nel 2017, e Shlomo Benartzi sono riusciti a capire perché si hanno problemi di autocontrollo e come si possono affrontare. Il loro lavoro ha segnato il passaggio a quella che viene chiamata "economia comportamentale 2.0" o "economia comportamentale in azione", che ha permesso a milioni di persone di prendere, fra l'altro, decisioni migliori relative al pensionamento.

La sua ricerca può aiutarci a capire i processi decisionali che stanno alla base del comportamento umano?

La mia ricerca riguarda principalmente la finanza comportamentale. Analizzo le decisioni manageriali, imprenditoriali e relative agli investimenti. Dimostro che non soltanto i semplici investitori e imprenditori, vale a dire le persone normali, ma anche gli analisti finanziari e i manager, ovvero i professionisti, sono soggetti a bias comportamentali, euristiche decisionali ed effetti di framing ("inquadramento"). Sottolineo l'importanza di riconoscere gli effetti di tali problemi comportamentali, nonché il valore delle tecniche di correzione dei bias, che ne riducono le ripercussioni negative sulle aziende, sui mercati e sulla società nel suo complesso. Ultimamente ho lavorato su quella che definisco "finanza comportamentale 3.0" o "finanza comportamentale personalizzata", che collega le teorie della personalità all'approccio comportamentale.

Quali strumenti impiega nella sua ricerca?

In genere analizzo i dati empirici utilizzando tecniche econometriche. Di recente ho cominciato a usare questionari per rilevare la personalità finanziaria degli investitori. Mi piacerebbe collaborare con gli economisti sperimentali e con i neuroscienziati, per poter utilizzare i loro strumenti al fine di avvalorare le mie ipotesi di ricerca.
In particolare, sebbene probabilmente sia ancora presto per parlare di medicina "personalizzata", ritengo che nella finanza sia più semplice sfruttare gli strumenti utilizzati dalle teorie della personalità per aiutare investitori, consulenti finanziari, ma anche manager e imprenditori, a comprendere i propri processi decisionali e, potenzialmente, correggere i propri bias comportamentali.

In futuro, sarà possibile prevedere il comportamento umano e il modo in cui si sceglie?

In un certo senso è già possibile, almeno per quanto riguarda i bias comportamentali. Siamo "prevedibilmente irrazionali", come direbbe Dan Ariely. Non amo il termine "irrazionale", poiché molte delle decisioni euristiche che adottiamo sono in qualche modo "ecologicamente razionali". Nonostante ciò, va ricordato che la stessa euristica che funziona nella vita quotidiana potrebbe indurci in errore in altri ambiti decisionali, come appunto la finanza. Sebbene si sia già in grado di prevedere in qualche modo il comportamento umano, penso che la strada verso la correzione dei bias, ovvero per aiutare le persone a correggere il comportamento ed evitare gli errori, sia ancora lunga. Siamo programmati a livello di dna.

Sarebbe utile poter prendere migliori decisioni economiche?

Molti economisti comportamentali, come Thaler, hanno dimostrato che è possibile migliorare le decisioni economiche con i cosiddetti nudge ("pungoli"). Naturalmente, bisognerebbe prima chiarire che cosa si intenda effettivamente per decisione economica "migliore",

ma è piuttosto evidente che è possibile usare le tecniche comportamentali legate all'architettura delle scelte per cambiare, se non migliorare, le decisioni delle persone, non soltanto in ambito economico, ma anche in altri, quali l'alimentazione e la politica, per citarne giusto un paio.

Secondo lei, quali sono le prossime questioni importanti che vanno affrontate nel campo della neuroeconomia?

Non sono un neuroscienziato, quindi spero che mi perdoneranno, ma ritengo che la neuroeconomia "personalizzata" sia un campo promettente. Se probabilmente gran parte dei processi decisionali è comune a tutti gli esseri umani, potrebbero essercene altri che dipendono dalla personalità del singolo. In altre parole, la personalità potrebbe in qualche modo modificare la reazione degli individui allo stesso stimolo, come fa in un certo senso la cultura.
Un'altra questione importante che i neuroeconomisti dovrebbero affrontare è: "come possiamo aiutare le persone a modificare il proprio comportamento?". Sappiamo, infatti, quanto sia difficile cambiare, anche quando lo si desidera (per esempio allenandosi di più, mettendosi a dieta, e così via).

Questi elementi avranno implicazioni etiche?

Certamente, ne avranno molte. I "nudge", per esempio, fanno parte di quello che, con un apparente ossimoro, è stato definito "Paternalismo Libertario", che ha sollevato un acceso dibattito a livello etico, data l'importanza di stabilire la cosiddetta "opzione predefinita", ossia quell'opzione che si segue quando non si decide. Questo è soltanto un esempio di quello che succede quando si elaborano strumenti per modificare le decisioni delle persone. Ritengo sia una questione molto importante, che andrebbe sempre tenuta in considerazione, sia che si segua un approccio neuroeconomico o di economia comportamentale sia che se ne scelga uno tradizionale. Ogni volta che ci occupiamo delle decisioni delle persone e della possibilità di alterarle, anche se "a fin di bene", dobbiamo tenere presenti le implicazioni etiche.

GLOSSARIO APPROFONDIMENTI: FINANZA E INVESTIMENTI

8

Disposition effect
Tendenza degli investitori a vendere le azioni il cui valore è in crescita e a conservare gli asset che hanno perso valore.

Euristiche
Scorciatoie cognitive o criteri guida che semplificano le decisioni, secondo un processo di sostituzione delle questioni complesse con altre più semplici.

Razionalità limitata
La razionalità è spesso limitata dalla trattabilità del problema decisionale, dai limiti cognitivi della nostra mente e dal tempo a disposizione per prendere la decisione.

Rimpianto
Emozione che si prova quando si confronta ciò che si ha con ciò che si sarebbe potuto avere.

Repurchase effect
Riluttanza a riacquistare azioni precedentemente vendute il cui prezzo è nel frattempo aumentato.

Teoria dell'utilità attesa
Il decision-maker sceglie tra prospettive rischiose o incerte confrontando il valore di utilità attesa di ciascuna.

Teoria del prospetto
Le persone sono più inclini a correre rischi per evitare una perdita, in quanto detestano perdere più di quanto amino ottenere guadagni equivalenti.

Utilità realizzata
Ammontare del guadagno o della perdita realizzati.

Bibliografia

Frydman, C., Barberis, N., Camerer, C., Bossaerts, P. and Rangel, A. (2014), *Using Neural Data to Test a Theory of Investor Behavior: An Application to Realization Utility*. The Journal of Finance, 69: 907-946.

Frydman C., Camerer C.F., (2016) *The Psychology and Neuroscience of Financial Decision Making*. Trends in Cognitive Sciences. 20 (9) 661-675.

Linciano N. and Soccorso P. (2017) *Challenges in ensuring financial competencies - Essays on how to measure financial knowledge, target beneficiaries and deliver educational programmes*. Quaderni di finanza Consob, 84.

Shiller, (2015) *Irrational exuberance* (3rd Ed). Princeton University Press.

Smith A, Lohrenz T, King J, Montague PR, Camerer CF. (2014) *Irrational exuberance and neural crash signals*. Proceedings of the National Academy of Sciences 111 (29) 10503-10508.

Sitografia

https://www.youtube.com/watch?v=z78fYCGR7WY

https://www.ted.com/talks/shlomo_benartzi_saving_more_tomorrow

http://parisinnovationreview.com/articles-en/understanding-the-financial-brain-the-goal-of-neuroeconomics

https://press.princeton.edu/titles/8973.html

https://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/bernanke20100924a.pdf

09

Approfondimenti: **Risorse Umane**

I benefici derivanti dall'applicazione delle neuroscienze possono essere numerosi in svariati campi, ma nell'ambito delle risorse umane (HR) questi acquisiscono un'importanza cruciale. Le neuroscienze hanno già suscitato un notevole interesse in ambiti quali la leadership, la gestione, la valutazione digitale delle soft skills (competenze trasversali) e le loro applicazioni per ottimizzare i servizi del settore risorse umane sono certamente destinate a crescere in un prossimo futuro.

Perfeziona-mento strategico e gestionale

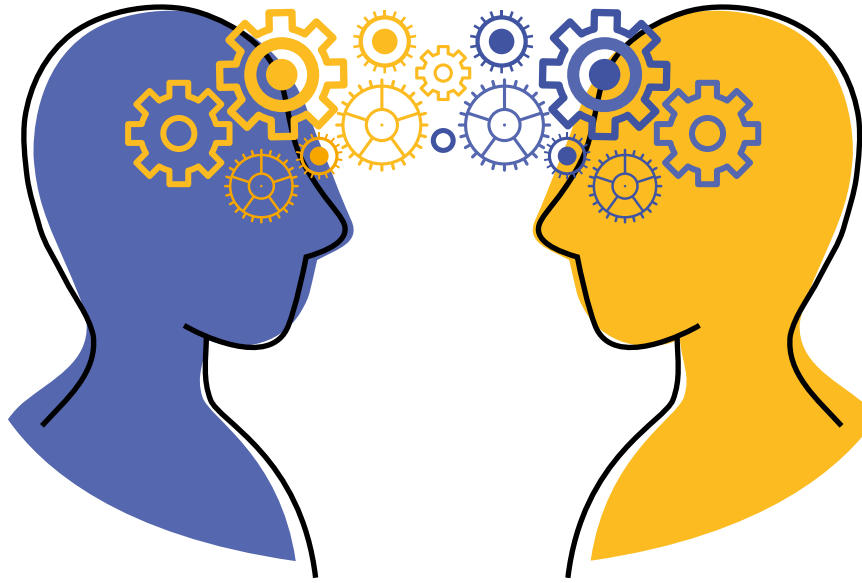
Le neuroscienze delle organizzazioni sono un ramo delle neuroscienze che si occupa di studiare i fenomeni socio-cognitivi all'interno delle organizzazioni e il cui obiettivo principale è dare una risposta a molti importanti interrogativi per giungere a una migliore comprensione dell'interazione tra il cervello umano e l'ambiente. Tramite le neuroscienze abbiamo acquisito le competenze scientifiche necessarie per estendere le pratiche di leadership, con ripercussioni in termini di innovazione e creatività, in modo da creare e garantire con successo il coinvolgimento dei dipendenti. Gestione e leadership si alleano con le neuroscienze per introdurre la conoscenza neuroscientifica nelle aree dello sviluppo delle organizzazioni, della formazione manageriale, delle modifiche organizzative e della gestione corporate.

Neuroscienze delle organizzazioni
Studio delle implicazioni delle ricerche sul cervello riguardo al comportamento sul posto di lavoro.

Fattori interni ed esterni ai singoli individui, quali differenze individuali, processi mentali, fattori ambientali e contesti organizzativi, costituiscono le basi delle neuroscienze sociali, complemento indispensabile riguardo al comportamento nell'ambito delle organizzazioni.

Neuroscienze sociali
Campo di studi che si occupa di relazioni intergruppi, reti sociali, comportamento altruistico, apprendimento sociale e bias di autoreferenzialità.

Al contrario delle neuroscienze delle organizzazioni, che richiedono ancora ulteriori prove e ricerca metodologica prima che se ne possa prendere in considerazione l'applicazione realistica nell'ambito delle organizzazioni, quest'ultimo campo può già contare su evidenze preliminari ottenute dai neuroscienziati in contesti sperimentali controllati. In futuro, la rapida evoluzione di tecniche di neuroimaging, quali la risonanza magnetica funzionale, elettroencefalografia e magnetoencefalografia, consentirà una comprensione più completa e precisa del comportamento umano. Tali strumenti aprono un nuovo livello di analisi per gli studiosi delle organizzazioni e mantengono la promessa di affrontare nuovi interrogativi. I ricercatori, infatti, si avvicinano sempre di più alla definizione di metodi che consentiranno una conoscenza più approfondita delle intenzioni comportamentali, delle convinzioni e dei tratti psicologici delle persone.



Anche se occorre un elevato livello di competenza per progettare, eseguire e analizzare gli studi neuroscientifici e il neuroimaging ha limiti evidenti, le neuroscienze delle organizzazioni potrebbero fornire nuovi strumenti che siano potenzialmente in grado di migliorare la valutazione dei top performer. Le cuffie per EEG in commercio potrebbero essere utilizzate per registrare in tempo reale l'attività cerebrale di ciascun membro di un gruppo nel corso di un lavoro di squadra di tipo cooperativo, che può essere di aiuto alle organizzazioni per aiutare i propri collaboratori a sentirsi maggiormente confidenti nel ruolo agito. Approcci innovativi di imaging cerebrale potrebbero servire anche a:
1. riprodurre specifici scenari lavorativi per comprendere le basi comportamentali e neurobiologiche (per esempio, brokers che vendono in borsa, interazioni tra cliente e direttore di filiale, ergonomia cognitiva sul posto di lavoro),
2. scoprire i meccanismi in base ai quali le comunicazioni provenienti dai vertici o da altri superiori hanno successo o falliscono nel motivare i subalterni o persino confrontare l'attività neurale di free riders e low performers.

Tali metodi forniranno inoltre indicazioni su azioni o informazioni più specifiche da inserire nelle procedure di formazione.
È consigliabile estendere il concetto di neuroscienze delle organizzazioni per includere sia le misure dirette dell'attività cognitiva sia le misure indirette dell'attività cerebrale (quali i dati biometrici relativi all'attività cardiovascolare e la conduttanza cutanea). Quest'ultima serie di misure, rilevate nelle aree periferiche del corpo, permettono di risalire alle funzioni cognitive che hanno origine nel cervello. Per ottenere informazioni relative alle difficoltà cognitive delle mansioni (ad esempio, i compiti connessi a una specifica posizione professionale) si potrebbero utilizzare particolari tecniche impiegate nella ricerca neuroscientifica, note anche come neuroscienze cognitive delle organizzazioni. Per esempio, la tecnica del tracciamento oculare (eye-tracking) fornisce un proxy molto vicino alle misure dell'attenzione focalizzata. Analogamente, la pupillometria, ossia la misurazione delle dimensioni e della reattività delle pupille, funge da indicatore proxy sul carico cognitivo e sui cambiamenti degli stati mentali, in particolare le modifiche relative alla ripartizione dell'attenzione. Se si combinano queste due tecniche, è possibile ottenere indici sensibili dell'elaborazione visiva e cognitiva continua in tempo reale; indici che si rivelerebbero utili sotto diversi profili pratici, quali creare una tassonomia di mansioni professionali in base al rispettivo livello di carico cognitivo.

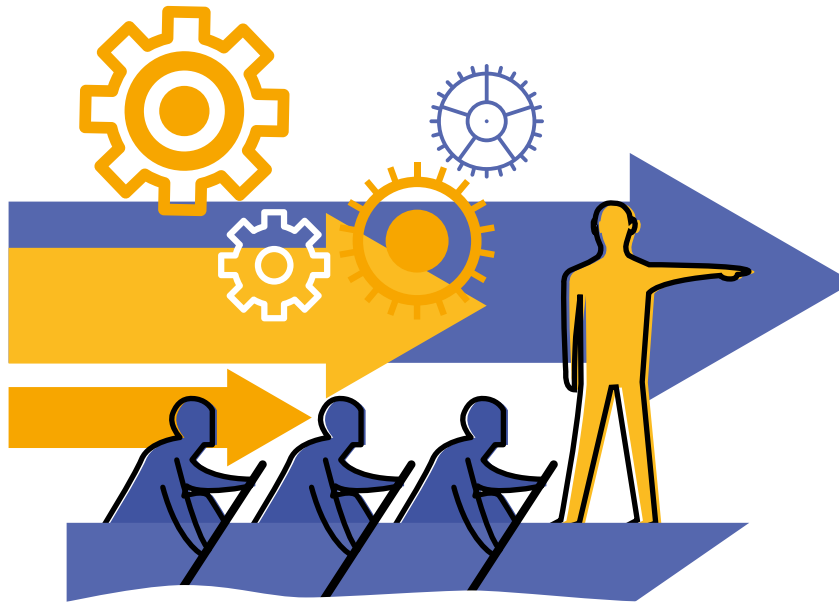
Il tracciamento oculare e la pupillometria forniscono ai professionisti HR informazioni sulle difficoltà cognitive delle mansioni previste per una determinata posizione professionale.

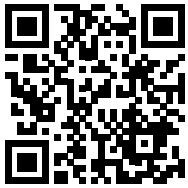
An overview of organizational neuroscience

«...Bisogna considerare che l'utilità delle diverse misurazioni neurologiche e biologiche nell'ambito delle organizzazioni dipende dal costante sviluppo di tecnologie in grado di ridurre l'invasività al minimo e sfruttare al massimo la portabilità. Creare un ambiente in cui le persone acconsentano consapevolmente alla raccolta dei dati passivi offrirebbe un patrimonio di dati senza precedenti tramite l'integrazione delle analisi a livello cerebrale e delle relative applicazioni...»

da Ward et al. (2015)

Come discusso in altre parti di questo libro, la ricerca neuroscientifica potrebbe anche offrire strumenti innovativi per rendere più efficiente l'apprendimento o la memoria di nuove informazioni, accelerando di conseguenza le procedure di formazione nel contesto delle organizzazioni. Ad esempio, per accelerare i programmi di formazione e sviluppo sono stati proposti metodi di stimolazione cerebrale non invasiva, che utilizzano un campo magnetico variabile per far circolare corrente elettrica in una piccola regione del cervello tramite induzione elettromagnetica.





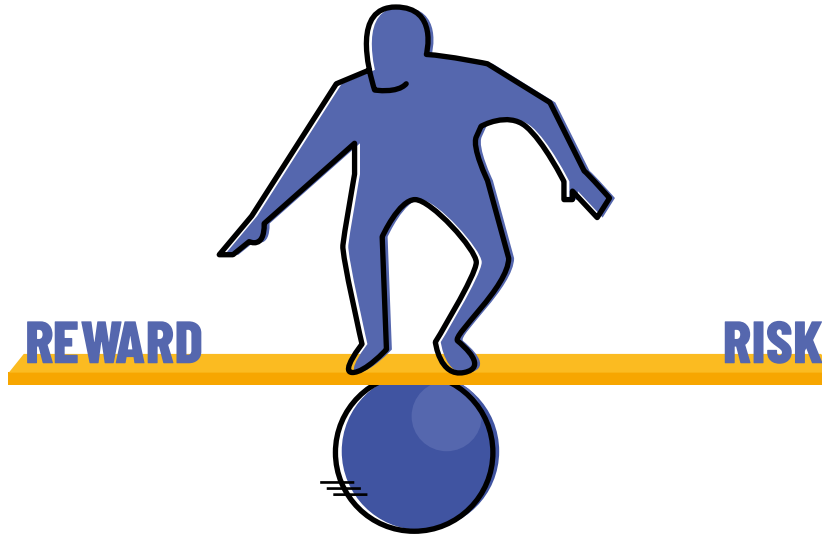
Simon Sinek
Why good leaders make you feel safe

Fra le altre cose, la ricerca nell'ambito delle scienze cognitive ci porta a comprendere meglio in che modo migliorare le prestazioni della leadership, per esempio modulando i comportamenti generali o la modalità con cui il leader si relaziona con gli altri e li motiva. Le scoperte neuroscientifiche aiutano a ricomporre il puzzle costituito dall'interazione umana e dalle pratiche efficaci di leadership e di capire come sia possibile strutturare e gestire al meglio le organizzazioni. Difatti, è sempre più evidente che il ruolo dei professionisti HR in ambito manageriale deve esse valorizzato, applicando le evidenze neuroscientifiche per ottimizzare e facilitare lo sviluppo di rapporti di fiducia e la costruzione di buone relazioni all'interno delle organizzazioni.

Le neuroscienze hanno mostrato il significato di natura sociale del posto di lavoro, e le aziende possono ora incrementare i tassi di retention dei dipendenti e ridurre i crescenti costi associati al turnover.

David Rock, fondatore e direttore del NeuroLeadership Group, ha sviluppato il cosiddetto modello SCARF, che si concentra sulle cinque gratificazioni e minacce sociali principali identificate finora come particolarmente rilevanti per il cervello:

Status,
Certezza,
Autonomia,
Relazione,
Equità.



È possibile utilizzare tale modello come guida per valutare le pratiche gestionali esistenti e proposte e determinare se innescano nel cervello reazioni di "gratificazione primaria" o "minaccia primaria". Il modello SCARF può tornare utile nel coaching e per i professionisti HR al fine di gestire le necessità di tipo sociale dei dipendenti al lavoro. Uno degli scopi principali del modello è quello di incrementare la gratificazione e ridurre la minaccia, basandosi sul presupposto che, quando il cervello percepisce una minaccia, reale o immaginaria, blocca la capacità personale di progettare e creare.

David Rock
Science Behind Leadership

Neuroleadership
Termine coniato da David Rock, fondatore e direttore del NeuroLeadership Group, che riguarda l'applicazione delle neuroscienze al processo di sviluppo della leadership, alla formazione manageriale, al coaching, e alla consulenza per la gestione del cambiamento.

Valutazione digitale, assunzioni e lavoro di squadra

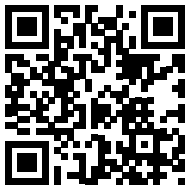
La gamification è un concetto che si serve della teoria dei giochi, della meccanica e della progettazione di giochi per coinvolgere e motivare le persone con la tecnologia digitale. Molte società hanno scoperto che i giochi virtuali, che prevedono punti, badge, competizione e role-play possono attrarre e valutare i candidati in maniera efficace. Le agenzie di reclutamento hanno cominciato a utilizzare metodi basati sul gioco per abbinare le organizzazioni a candidati qualificati. Gli utenti partecipano a una serie di brevi giochi coinvolgenti che individuano i tratti cognitivi, sociali ed emotivi predittivi della possibilità di essere adatti e avere successo in una determinata posizione professionale. Il risultato finale consiste in un processo di reclutamento più rapido e meno costoso, che identifica i candidati migliori fra centinaia di migliaia di persone in cerca di lavoro. Ciò significa che la decisione di assumere è supportata da dati oggettivi, che servono a tracciare un profilo di team preesistenti dalle elevate prestazioni e utilizzare i risultati come metro di valutazione per i nuovi soggetti da selezionare.

Internal Demo Day Pitch
Pymetrics

Un esempio lampante del ruolo fondamentale delle neuroscienze nella profilazione dei candidati è la società Pymetrics, che utilizza una piattaforma di ricerca di big data nonché l'apprendimento automatico per consigliare percorsi professionali a chi cerca lavoro. I big data sono i risultati della valutazione di oltre 50 tratti cognitivi e di personalità ottenuti mediante giochi neuroscientifici. La transizione dall'utilizzo in medicina delle prove cognitive dei metodi neuroscientifici per diagnosticare disabilità nell'apprendimento, all'impiego delle stesse per selezionare i CV e abbinare i candidati ai percorsi professionali più adatti, è stata una grande conquista per il Corporate HR.

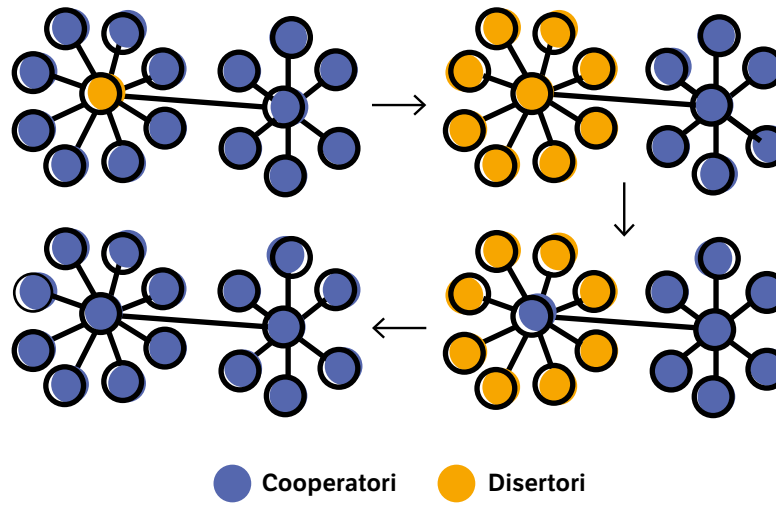
Dopo aver valutato i tratti personali del candidato nel processo di selezione, l'azienda può conservarli per elaborare una rete di "personalità" umane adatte su basi neuroscientifiche. I tratti di personalità sono, infatti, determinanti nel creare o dissolvere un gruppo, e ora psicologi e professionisti HR potrebbero scoprirne il motivo. Semplificando i modelli comportamentali, tutto è riconducibile a tre personalità: cooperators, free-riders (o defectors) e reciprocators. I cooperators (cooperatori) sono i primi a prendere l'iniziativa e dare il proprio apporto al gruppo quasi immediatamente. I free-riders (opportunisti o disertori) si trovano all'estremo opposto: contribuiscono notevolmente

meno di chiunque altro e approfittano del contributo degli altri. I reciprocators (coloro che contraccambiano) adottano un approccio attendista: esitano finché non appare chiaro che possono avere un tornaconto personale aiutando il gruppo. Al di là della generalizzazione approssimativa dei tre profili interpersonali e motivazionali, attualmente esistono in letteratura numerosi altri esempi di test che sono comunemente impiegati e saranno largamente adottati nel processo di selezione di molte aziende.
La competizione reciproca tra diverse forme di vita è una delle forze più importanti in ambito evolutivo, e gli esseri umani non fanno eccezione. Più è limitata una certa risorsa, più competizione emerge fra gli individui. Tuttavia, il valore sociale su cui puntare in un contesto in cui si faccia grande affidamento su una cultura organizzativa di tipo collaborativo è la cooperazione.



Primavera De Filippi
TED talk:
"From Competition to Cooperation"

Per capire meglio come la cooperazione possa affermarsi o venir meno, ricerche recenti nell'ambito delle neuroscienze cognitive hanno cominciato a esplorare nuovi paradigmi per esaminare come siano codificati nel cervello i meccanismi di cooperazione. Combinando le tecniche di neuroimaging funzionale con prove semplici, ma realistiche, riadattate a partire dall'economia sperimentale, è possibile distinguere e modellare i processi importanti nel comportamento cooperativo. Se la cultura stessa è in grado di adempiere a una funzione integrativa, la cooperazione fra le diverse parti in causa va messa in pratica con in mente un preciso obiettivo. Gli esseri umani possono collaborare o competere, e sono diversi i fattori sociali che determinano fino a che punto, gli individui sono disposti a sacrificare i propri interessi personali a favore o a sfavore del benessere altrui.
Quando il settore delle risorse umane sarà in grado di definire le competenze cooperative e interpersonali dei dipendenti e di determinare chi sono i defectors, i cooperators e i reciprocators, si potrà creare un ambiente collaborativo in cui l'azione cooperativa a livello collettivo sarà incoraggiata combinando fra loro e mettendo in rete le giuste risorse.



Quando un defector occupa una posizione di fitness (idoneità) elevata, il fatto che si circondi di altri defectors porta al suo fallimento in un ambiente cooperativo, mentre la fitness relativa di un singolo cooperator aumenta con l'aumento della sua connettività.

Nelle società (e nelle comunità) che subiscono l'influsso delle norme sociali, i contributi individuali sono facilmente classificati (o meno) come atti di cooperazione. In tale contesto, i team che hanno maggiore successo sono quelli in cui l'atto di dare è più importante di quanto viene dato.
I giochi economici combinati con le neuroscienze sociali e delle organizzazioni hanno confermato che i team guidati da un cooperator hanno maggiori probabilità di successo se il successo stesso è misurato in termini di azioni cooperative collettive. Il tipo di team opposto non sopravvive, poiché il suo comportamento carente lo conduce al fallimento in una rete altamente cooperativa.
Lavoro di squadra, cooperazione e disponibilità fra colleghi sono valori determinanti per un'azienda, sebbene la fatica per lo sforzo cooperativo sia in genere gravosa per i lavoratori. Sia le evidenze empiriche sia esperimenti accuratamente progettati indicano che i lavoratori preferiscono cooperare a condizione che lo facciano anche gli altri, che è quello che si definisce "cooperazione condizionata".

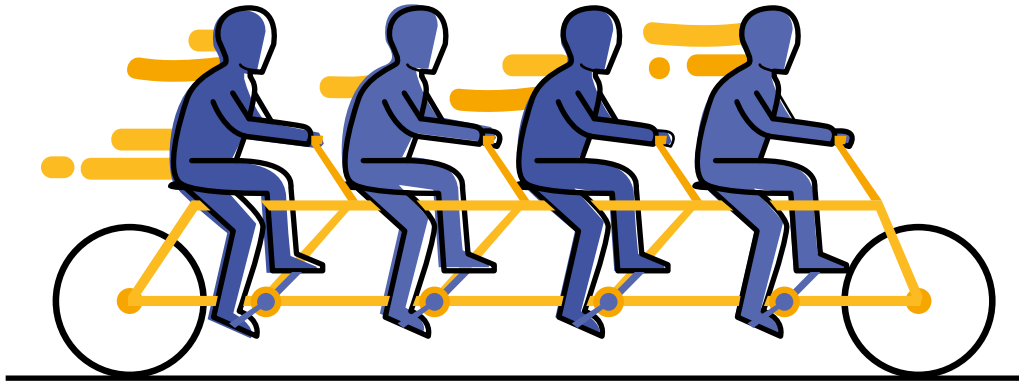
Yves Morieux
As work gets more complex, 6 rules to simplify

Cooperazione condizionata
Il contributo al bene pubblico condizionato dall'aspettativa di uguale partecipazione da parte degli altri membri del gruppo.

Una gestione strategica delle risorse umane all'interno di un'azienda deve saper integrare competenze e abilità per individuare sia i tratti della cooperazione condizionata sia quelli della cooperazione incondizionata, che saranno necessari per garantire un ambiente cooperativo da cui trarne vantaggio. Nello specifico, la cooperazione incondizionata si può acquisire nel momento in cui tutti gli impiegati condividono delle preferenze ed è previsto un interesse comune. Tutto ciò è associato alla relativa attivazione di aree cerebrali collegate al processo di gratificazione sociale. Viceversa, la cooperazione condizionata è molto più eterogenea e dipende da basi neurali individuali: è stata principalmente associata alle regioni cerebrali che si attivano con il piacere e la soddisfazione soggettiva.

È fondamentale comprendere i fattori contestuali e le basi neurali individuali per creare un ambiente cooperativo da cui trarne vantaggio.

La fiducia all'interno dell'azienda riflette un'atmosfera aperta e cooperativa in cui emergono produttività, elevata soddisfazione professionale e partecipazione al processo decisionale. Nel complesso, la cooperazione incondizionata e la fiducia condizionata permettono alla società di sviluppare un vantaggio competitivo sostenibile; quindi i benefici derivanti dalla comprensione della cooperazione all'interno di un'organizzazione aperta alla fiducia e all'integrazione non sono soltanto individuali, ma anche collettivi.



Molti dei processi che sono alla base della cooperazione si sovrappongono a meccanismi cerebrali in un certo senso fondamentali, quali, ad esempio, quelli implicati nella gratificazione, nella punizione e nell'apprendimento.

Al fine di mantenere il comportamento cooperativo nella società, le persone sono favorevoli a punire quello deviante a proprie spese e anche senza alcun beneficio personale.

Il comportamento prosociale è una questione piuttosto complessa, poiché due reti cerebrali, associate alle componenti psicologiche del processo decisionale normativo relativo all'equità, convivono con una reazione emotiva più immediata di avversione per l'iniquità.

Secondo osservazioni provenienti da diversi studi funzionali focalizzati sui giochi economici interattivi, esiste una rete più intuitiva in grado di eseguire rapide valutazioni dell'iniquità, mentre un sistema intenzionale integra equità e interesse personale nella risoluzione dei conflitti. In questo sistema l'individuo agisce attivamente per sopprimere, preferibilmente, le reazioni intuitive o ignorare l'interesse personale. Secondo un modello più semplificato, il comportamento cooperativo è spesso associato alle emozioni positive, mentre, il comportamento non cooperativo è collegato a quelle negative. Sul piano neurale, la giunzione temporoparietale, il corpo striato e altre aree cerebrali relative alla gratificazione si attivano con la cooperazione, laddove la non cooperazione si associa all'attività dell'insula, la regione cerebrale legata all'avversione per l'iniquità.

Avversione per l'iniquità
La resistenza umana agli esiti iniqui che ha luogo quando le persone preferiscono la correttezza e si oppongono alle sperequazioni.

Le evidenze neuro-scientifiche disponibili mettono in discussione i modelli di comportamento umano che fanno leva sull'elaborazione conscia ignorando il sé inconscio.

Processi inconsci
Costituiscono gli aspetti psicologici più interessanti della nostra vita e definiscono tutti i processi di cui non siamo consapevoli a livello conscio.

I neuroscienziati hanno fatto molti progressi nella comprensione di diverse fenomeni legate all'inconscio, quali la percezione personale, la formazione dell'atteggiamento e altri temi correlati. Di conseguenza, molti ricercatori hanno affermato che i processi inconsci dovrebbero godere di maggior riconoscimento nell'ambito della teoria delle organizzazioni. L'introduzione delle conoscenze e degli strumenti neuroscientifici nelle scienze delle organizzazioni permetterà, in futuro, di migliorare tutti gli aspetti dei fenomeni sociali e cognitivi all'interno delle organizzazioni, dalla leadership e dalla gestione fino al coinvolgimento e alla cooperazione.

Le soft skills consolidano il profilo delle competenze individuali all'interno dell'organizzazione, dove diventano la nostra carta d'identità personale. A livello corporate, dopo aver individuato le giuste competenze individuali e averle combinate con quelle dei colleghi, le neuroscienze saranno in grado di far fronte alla necessità di attività su misura per creare la giusta rete di personalità. Molto è già stato fatto, ma la sfida maggiore consiste nel comprendere a fondo come applicare le neuroscienze per modellare i servizi del settore risorse umane nel processo di assunzione, nella valutazione digitale e nelle attività formative.

Le neuro-scienze e le scienze gestionali: dal cervello all'impresa e viceversa

Le scienze gestionali costituiscono un campo di studi multidisciplinari che si occupa di analizzare sia i problemi aziendali e industriali, che implicano la costruzione di modelli e applicazioni mirate al problem solving, sia i processi decisionali all'interno delle organizzazioni umane. Tali scienze hanno profonde radici in molti campi di ricerca differenti, come la gestione aziendale, l'economia, la strategia, la matematica, la fisica, la psicologia, la sociologia, l'informatica e, ultime arrivate, le neuroscienze.

Le scienze gestionali sono oggi quanto mai pervasive e abbracciano tutte le attività organizzative per le quali un problema può essere inquadrato e affrontato come un sistema funzionale, in modo da ottenere una serie di soluzioni con variabili note. Gli studi in questo campo permettono ai manager di attuare strategie pratiche e raggiungere gli obiettivi adottando vari metodi scientifici, il che favorisce la capacità organizzativa di agevolare il processo decisionale in uno scenario caratterizzato da un elevato livello di complessità.

Lo studio del cervello sta attualmente facendo luce sul modo in cui prendono decisioni gli imprenditori, i dirigenti, i manager, i dipendenti nonché i consumatori.
Il genere umano è caratterizzato da un'elevata diversità; le persone si distinguono enormemente le une dalle altre, non solo in merito agli attributi fisici, quali corporatura, peso, colore dei capelli e degli occhi, ma anche per caratteristiche psicologiche, quali temperamento e aspetti motivazionali. Vanno indagate anche le differenze relative alla disponibilità individuale a impegnarsi per il raggiungimento degli scopi dell'organizzazione per cui si lavora e a fare del proprio meglio per farla funzionare bene.

Lo studio del cervello fornisce ulteriori approfondimenti riguardo alla comprensione di tali fenomeni?

Potrebbe essere d'aiuto per migliorare le scienze gestionali e l'interazione all'interno delle organizzazioni?
In particolare, le ricerche neuroscientifiche sul modo in

cui il cervello funziona e reagisce nei contesti organizzativi sono ancora in una fase preliminare, ma sono emerse le prime intuizioni su questioni importanti che riguardano il comportamento nel settore delle organizzazioni, come gli studi sulla correttezza e la cooperazione da parte degli esseri umani e quelli sulla punizione altruistica.
Conoscere la natura cognitiva ed emotiva di un tipo specifico di processo decisionale potrebbe servire ai dirigenti per aumentare l'autoconsapevolezza su che cosa succede quando affrontano un tale processo o piuttosto decidono di rimandare la decisione in caso di eventi critici che influenzano la capacità di prendere la decisione più opportuna e razionale.

Migliorare la consapevolezza può essere utile per prevenire e risolvere i problemi in un contesto sociale. Tali risultati spiegherebbero le motivazioni del comportamento degli impiegati delle aziende e le cause che ne sono alla base. Per esempio, poiché le persone hanno il forte desiderio di punire gli imbroglioni e i trasgressori, e traggono piacere dal farlo, i dirigenti potrebbero far tesoro di tali conoscenze per creare contesti lavorativi in cui i conflitti vengano gestiti in maniera proattiva, dando alle persone il tempo di discutere i loro problemi e risolvere i conflitti, promuovendo al contempo la capacità degli individui di parlare dei problemi interpersonali che potrebbero ripercuotersi sull'interazione e sulla produttività.

È evidente che scoprire quali sono i desideri, gli obiettivi e le intenzioni delle parti in causa in un contesto lavorativo si rivela utile per ambo gli attori (azienda e dipendenti).
È possibile sfruttare le evidenze neuroscientifiche per definire modelli di personalità e risposte prototipiche alle situazioni critiche che permettano di prevedere il comportamento futuro, come ad esempio azioni e reazioni delle persone sottoposte a stress.

Cooperare con i colleghi e instaurare nuove collaborazioni è estremamente importante, rappresenta una fonte di apprendimento di nuovi paradigmi organizzativi, di cui potrebbe beneficiare l'azienda, evidenziando i limiti delle prassi esistenti. Le mansioni dirigenziali che prevedono il coordinamento e la costruzione dell'interazione positiva fra tutti questi aspetti potrebbero essere decisive per conferire all'azienda la potenzialità di affermarsi: per raggiungere il successo, infatti, è più importante concertare gli sforzi della società nel suo complesso, anziché quelli delle singole parti.

I progressi in ambito neuroscientifico potrebbero dare la possibilità agli imprenditori, ai dirigenti e ai manager di adottare nuove prospettive per interpretare i processi umani e influenzare i comportamenti. Anche se siamo soltanto all'inizio del processo di scoperta del funzionamento del cervello nel contesto delle organizzazioni, riteniamo che in futuro questa conoscenza potrà essere molto importante per capitalizzare al meglio le risorse umane e rispondere con prontezza a un ambiente in costante evoluzione.

Le capacità dinamiche dell'azienda, che le consentono di integrare, costruire e riconfigurare continuamente le competenze interne ed esterne, concorrono a porre le basi per essere in grado di affrontare rapidamente le situazioni in costante mutamento. Adattarsi attuando un regolare monitoraggio dell'efficacia è molto importante, dato il ritmo frenetico con cui si evolvono la tecnologia e l'ambiente: le capacità dinamiche hanno origine in entrambi i comportamenti aziendali, ossia esplorazione e sfruttamento.

La capacità di un manager di trovare il compromesso ottimale tra l'utilizzo delle risorse disponibili in azienda e l'esplorare l'ambiente in cerca di nuove opportunità e risorse è essenziale per rimanere competitivi. Sfruttare quanto già si possiede e sondare elementi precedentemente sconosciuti sono entrambe attività onerose, in termini di tempi e risorse, e pongono il problema di scegliere quali elementi privilegiare rispetto ad altri.

Ricerche recenti illustrano il contributo dato dalle neuroscienze alle abilità gestionali nel processo di ricerca del compromesso ottimale tra sfruttamento ed esplorazione. Il primo tipo di attività attiva le regioni cerebrali associate alla ricerca di gratificazione, che tracciano e stimano il valore delle scelte effettuate, mentre il secondo è legato alle regioni associate al controllo attentivo, che verificano il valore delle scelte alternative. I ricercatori stanno ancora dibattendo sull'argomento e hanno finora ipotizzano che una serie di fattori possano intervenire per modulare il comportamento con cui i dirigenti affrontano questo paradosso, suggerendo che una conoscenza più approfondita di tali fattori, raggiungibile attraverso i metodi neuroscientifici, possa aiutare a gestire la presenza di difetti, con conseguente enorme vantaggio per l'azienda.

Per affrontare tale paradosso, la maggior parte dei modelli si è concentrata finora sul livello del contesto sociale dell'organizzazione, trascurando il gap della mente del manager, ancora interamente da scoprire.

In realtà, le neuroscienze accrescono la nostra comprensione del funzionamento a livello micro, ossia del modo in cui funzionano i processi cognitivi ed emotivi delle singole persone. Non abbiamo tutti la stessa tendenza a intraprendere un comportamento esplorativo: alcuni sono più

inclini di altri a farlo, per via di una maggiore attivazione dei circuiti cerebrali correlati al controllo attentivo, che permette di ottenere prestazioni migliori nel processo decisionale.

Il modo in cui il manager gestisce l'attenzione influisce su tali prestazioni. Il focus attentivo può essere di due tipi: ampio o ristretto, a seconda di quanti elementi ricadono nel campo di attenzione in un dato momento. In base alle scoperte neuroscientifiche, quando una situazione è caratterizzata da elevata incertezza esistono maggiori possibilità che un focus attentivo ampio e le strategie esplorative conducano a esiti migliori, mentre, in altre situazioni, un focus attentivo ristretto e l'affidamento a prassi ben note possono rivelarsi strategie di successo.

La percezione dell'utilità di una data azione, quindi, emerge come un altro fattore che gioca un ruolo importante nel mantenere l'attenzione in maniera ampia anziché circoscritta, influendo di conseguenza sulla tendenza ad adottare una serie di azioni rispetto un'altra.

La capacità di trovare un equilibrio tra la tendenza ad esplorare e quella a sfruttare, nonché di mantenere capacità gestionali molto flessibili, a seconda della situazione contestuale, va considerata quale fattore determinante del successo aziendale, poiché consente di trarre vantaggio da opportunità in costante mutamento.

Data l'importanza dei processi attentivi nel decision-making, sarebbe fondamentale sviluppare e applicare protocolli che consentano al manager di controllare e autoregolare il proprio focus attentivo e le risorse optando per l'alternativa più utile a seconda della circostanza specifica. Anche la percezione del tempo e lo stato emotivo dei manager sono fattori che possono influire sui processi decisionali e vanno indagati nelle ricerche future.

Le scienze gestionali possono trarre arricchimento dalla comprensione del modo in cui le persone reagiscono alle situazioni contestuali nella vita professionale e sociale.

Fino a che punto le neuroscienze possono offrire contributi alle scienze gestionali?

Fino a poco tempo fa si pensava che il cervello non cambiasse più in età adulta e che dopo la fase di maturazione ci fosse spazio solo per il declino e non per eventuali modifiche. Attualmente, i progressi in ambito neuroscientifico hanno dimostrato che il cervello è un organo plastico che si adatta costantemente agli stimoli ambientali. Pertanto, fornire ai lavoratori un contesto stimolante che favorisca e ricompensi l'apprendimento e lo sviluppo delle iniziative individuali è il primo passo per promuovere l'eccellenza.

I percorsi di potenziamento, quali sviluppo e crescita personale, che prevedono una gratificazione soggettiva dell'individuo, dovrebbero costantemente alimentare l'impegno nei confronti degli obiettivi aziendali.
Le strategie gestionali andrebbero regolarmente aggiornate al fine di offrire ai dipendenti un ambiente sempre stimolante e possibilità diversificate per sviluppare le inclinazioni personali. L'idea presentata in questo libro è che il centro è l'essere umano: come illustrato finora, la disciplina delle neuroscienze è in grado di aiutare manager, imprenditori e ricercatori a osservare il comportamento delle persone sia all'interno sia all'esterno dell'azienda.

Ciò premesso, va ricordato che non è semplice modellare la mente del manager e il suo impegno nei confronti dell'azienda, per il fatto che l'azienda e la persona non sono la stessa cosa: la mente di un'impresa non è il singolo individuo, ma è creata piuttosto dall'interazione continua fra ciascun individuo e il sistema socioeconomico composto da tante relazioni diverse. Quindi, le ricerche neuroscientifiche, che si focalizzano sul livello individuale, non possono essere totalmente impiegate per colmare il divario tra il singolo individuo e il sistema dell'organizzazione in cui lavora.

La capacità di apprendere rapidamente e adattarsi alle mutevoli circostanze ambientali è fondamentale nello scenario aziendale contemporaneo.

Per l'azienda, la corporate agility (agilità d'impresa) è essenziale, e consiste in una serie di condizioni quali la capacità di 1) percepire e dare forma a opportunità e minacce, 2) cogliere opportunità, 3) rimanere competitivi migliorando, combinando, proteggendo e, ove necessario, riconfigurando gli asset materiali e immateriali dell'attività d'impresa. Altro punto fondamentale è l'abilità di creare e costruire asset strategici, nonché coordinarli e integrarli, conferendo all'azienda un vantaggio competitivo sui mercati mondiali.
La prontezza nel cambiare rotta è subordinata sia alla capacità di individuare gli indici impercettibili del mutamento ambientale, che possono essere usati come fattori predittivi

di maggiori e ulteriori cambiamenti, sia sulla capacità di prevedere trend che aiutino a stabilire un vantaggio competitivo ideando prodotti innovativi rispetto ai concorrenti.

Tuttavia, il dover costantemente riconfigurare gli asset e le prassi esistenti per stare al passo con l'evoluzione dell'ambiente esterno ha un costo in termini di budget.

Per raggiungere il successo, la sinergia degli sforzi di una società è più importante dell'affermazione delle singole parti: i singoli elementi concorrono a creare un vantaggio competitivo quando si combinano fra loro in maniera sinergica e proficua anziché quando sono scollegati. La capacità di trovare una positiva armonizzazione di tutti questi elementi e di farli lavorare in sinergia è decisiva per procurare all'azienda un vantaggio competitivo.

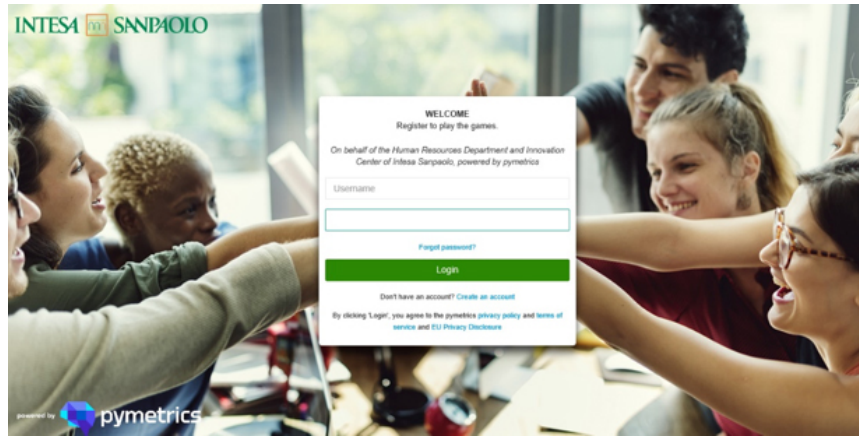
Si tratta di un passo cruciale sia per la ricerca futura nel campo delle scienze gestionali, che richiede l'abilità umana di combinare in maniera proficua tutti i contributi provenienti dalle diverse discipline, sia per l'applicazione pratica nell'attività d'impresa, che provoca un incremento dei livelli di produttività e competitività. L'obiettivo è far luce sui percorsi che portano dal cervello all'impresa e viceversa.

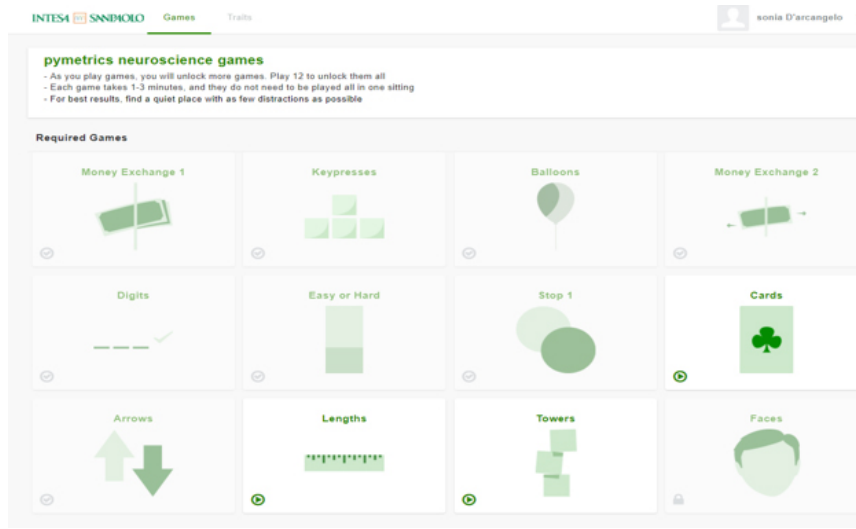
Progetto Pilota con Pymetrics

Nel 2017 **Intesa Sanpaolo (Dipartimento Risorse Umane) e Intesa Sanpaolo Innovation Center** hanno collaborato con la startup americana **Pymetrics** al fine di intraprendere un progetto pilota che sfruttasse le potenzialità delle neuroscienze nella selezione del personale.

L'obiettivo principale era la ricerca di nuovi metodi per la valutazione digitale dei candidati, partendo dalla valutazione su base neuroscientifica sviluppata da Pymetrics e dalla tecnologia predittiva per trasformare le modalità di assunzione, retention e formazione e sviluppo del personale da parte delle aziende. La startup valuta i tratti cognitivi e di personalità dei candidati mediante una serie di test neuroscientifici veloci e divertenti, il che rende estremamente facile individuare le caratteristiche intrinseche che possano condurre al successo.

Nel 2017, Intesa Sanpaolo e Intesa Sanpaolo Innovation center hanno sfruttato le potenzialità di Pymetrics in una versione personalizzata per la Banca, in occasione di un Hackathon, con l'obiettivo di assumere 30 nuovi colleghi a partire da un gruppo di 300 partecipanti appena laureati (in ambito matematico ed economico) per la Direzione Corporate. Si è chiesto ai candidati di completare i test di Pymetrics prima di partecipare all'Hackathon, in modo da avere un loro tratto personologico prima dell'incontro fisico.





I task neuroscientifici inseriti nella piattaforma di Pymetrics sono progettati per valutare tratti personologici e cognitivi dei candidati, per esempio:

Iowa Gambling Task
Dà ai partecipanti la possibilità di scegliere le carte da quattro mazzi mostrati sullo schermo, spiegando che la scelta di ogni carta comporta la perdita o la vincita di denaro. L'obiettivo è quello di cercare di vincere il più possibile
→ processo decisionale e propensione al rischio

Ultimatum Game
Task di negoziazione che misura le preferenze sociali in base all'accettazione di offerte sleali e inique

Tower of London
Il partecipante deve riorganizzare, con il minor numero di mosse possibili, un gruppo di tre palline colorate sistemate su pioli, allo scopo di raggiungere una determinata configurazione
→ rapida esecuzione dei compiti assegnati

BART (balloon analogue risk task)
Il partecipante deve decidere fino a che punto gonfiare un palloncino per aumentare il guadagno, con il rischio che il palloncino esploda da un momento all'altro e gli faccia perdere tutto
→ decisione in condizioni di incertezza

Digit Span

Ai partecipanti vengono presentate delle cifre in sequenza e poi viene chiesto di ricordarle

→ memoria di lavoro

Go/No Go

Task in cui viene presentato un flusso continuo di stimoli su ciascuno dei quali i partecipanti sono chiamati a prendere una decisione binaria

→ per ogni caso vengono misurati il grado di precisione e i tempi di reazione

Eriksen Flanker Task

I partecipanti visualizzano stimoli (in genere frecce), presentati uno per volta, su cui devono fornire una risposta lessicale semplice. Gli stimoli sono accompagnati da elementi facilitanti o distraenti

→ risposta selettiva di tipo spaziale

pymetrics.com

Pymetrics video

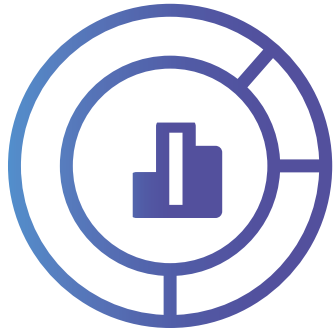
Pymetrics

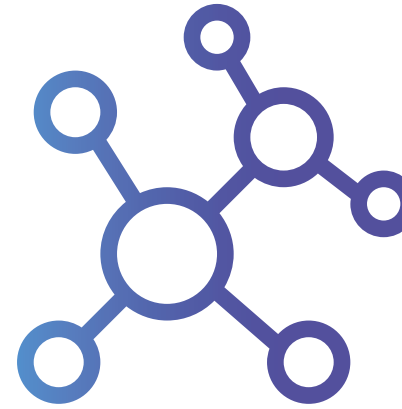
Pymetrics applies proven neuroscience games and cutting edge AI to reinvent the way companies attract, select, and retain talent.
The new human resources selection process is based on an assessment of company's DNA: Existing employees play pymetrics neuroscience games - pymetrics analyzes trait data and trends are identified - pymetrics builds custom algorithms representing success and audits for bias - candidates play games and match to opportunities. Pymetrics uses assessment tools developed by the global neuroscience community based on decades worth of research. They are widely considered the gold-standard of neuroscience research, and measure established building blocks of cognitive and emotional functioning, akin to the DNA of cognition + personality. We capture these traits by measuring behavior on an objective scale, rather than asking people to answer questions.

pymetrics

Total Funding *$16.6 Mln*

Last Round *September 2017*
Series B





INTERVISTA

Frida Polli
CEO Pymetrics and
Neuroscientist at MIT

Why have you thought to create a startup like Pymetrics using neuroscience games?

After a decade as an academic neuroscientist at Harvard and MIT, I got a fellowship to go to the Business School at Harvard, which is where I came up with the idea for Pymetrics.

There were two main experiences that led to the idea the first was personal, and the second was through my peers. I was a 30-something year old woman with a 30-something page resume, but I had no idea what to do next with my life. I knew I didn't want to stay in academia but I wasn't sure the best way to translate my skill set into an industry job. I couldn't believe that people were still telling me to take the Myers Briggs to figure out what to do with my life — a tool that was developed decades earlier when we had much less neuroscience knowledge, much sparser datasets, and much less sophisticated recommendation engines to process data.

The second 'aha' moment was watching my peers — at HBS nonetheless — "drop their resume" for any jobs they heard about around campus, and often times, never hearing back. It seemed random which people got interviews and who ended up getting offers. There were countless websites to find job listings and candidates, but none that were actually matching people to the right jobs for their personality and skills.

In a time where Netflix can give you personalized movie recommendations, Spotify can give you personalized music recommendations, Amazon personalized product recommendations, why could nobody understand our

individual traits and give us personalized recommendations for our most important decision - what to do with our lives?

That's when I realized I could take the neuroscience research I had been doing in a brain imaging lab for the past decade, merge it with data science, and create a consumer-grade product experience to tackle this problem.

How Corporations could gain advantages by using neuroscience games for recruiting?

Neuroscience-based games and AI are revolutionizing the way people get hired. Previously, people's qualifications for a job were determined by a recruiter manually scanning a resume. This process was riddled with failure – 30 to 50% of first year hires fail – and bias against women, minorities and people from lower socioeconomic backgrounds. Neuroscience-based games and AI have made this process obsolete.

Gameplay is bias free, and does not know someone's gender, race or socioeconomic status. We then apply AI to predict job performance based on the complex neuroscience data collected through gameplay. We do this by determining if there is a match between a candidate's gameplay, and the algorithms we've built using a company's top performers' gameplay. If so, the person is immediately moved onto an interview. If not, we are able to recommend hundreds of other jobs to the candidate based on matching them to algorithms we've built. The candidate experience is vastly improved, made streamlined, instantaneous, and containing personalized feedback.

INTERVISTA

The company outcome is also vastly improved. Here are some results we've seen from clients:

Candidate Quality

1. 100% increase in quality of candidate: CPG firm went from hiring 1 of 3 people to 2 of 3. This was from offer extension increasing from 50% to 80%, and offer acceptance increasing from 64% to 80%.

Retention

1. 33% increase in first year success rate for a multinational institution (70% to 80% retained).
2. 60% increase in first year success rate for a global consulting firm (75% to 91% retained).

Efficiency

1. 75% reduction in time to hire: 4 months to 4 weeks
2. 75% reduction in recruiter time.
3. 6x improvement in applicant to offer yield: went from 150 resumes to fill 1 role to only 25 resumes at a global financial institution.

4.3x improvement in interview to offer yield: baseline of 8.5% improved to 25% for global consulting firm.

Gender diversity

1. 18% increase in female technical hires (33% to 39%)
2. 150% increase in female applicants for financial role (20% to 50%)
3. 39% increase in female applicants (31% to 43%), and 29% increase in first round female interviewees for financial service role (34% to 44%).

INTERVISTA

Ethnic diversity

1. 20% increase in minority interns hired into technical roles for financial service firm.
2. 16% increase in minority hires across 7 different roles at large multinational firm.

Socioeconomic Status diversity

1. Financial service client went from 12 all-Ivy League campuses to 115 campuses.
2. CPG client got applicants from 2,500 US campuses and hired people from community college, and first-time generation college students for the first time.

INTERVISTA

The future of Neuroscience and HR together. What is your vision about?

My vision is for pymetrics to create workplaces where the right people people are in the right roles where they are most likely to succeed. Imagine if people loved their jobs so much they never had to quit, and if companies never had to fire people? Imagine if we could give people a fair shot at all opportunities, regardless of their background? If we can use neuroscience and AI to match people to the right jobs, I believe pymetrics can create that future.

GLOSSARIO APPROFONDIMENTI: RISORSE UMANE

9

Avversione per l'iniquità
La resistenza umana agli esiti iniqui che ha luogo quando le persone preferiscono la correttezza e si oppongono alle sperequazioni.

Cooperazione condizionata
Il contributo al bene pubblico condizionato dall'aspettativa di uguale partecipazione da parte degli altri membri del gruppo.

Neuroleadership
Termine coniato da David Rock, fondatore e direttore del NeuroLeadership Group, che riguarda l'applicazione delle neuroscienze al processo di sviluppo della leadership, alla formazione manageriale, al coaching, e alla consulenza per la gestione del cambiamento.

Neuroscienze delle organizzazioni
Studio delle implicazioni delle ricerche sul cervello riguardo al comportamento sul posto di lavoro.

Neuroscienze sociali
Campo di studi che si occupa di relazioni intergruppi, reti sociali, comportamento altruistico, apprendimento sociale e bias di autoreferenzialità.

Processi inconsci
Costituiscono gli aspetti psicologici più interessanti della nostra vita e definiscono tutti i processi di cui non siamo consapevoli a livello conscio.

Bibliografia

Perfezionamento strategico e gestionale

Becker, W.J. and Cropanzano, R., 2010. *Organizational neuroscience: The promise and prospects of an emerging discipline*. Journal of Organizational Behavior, 31(7), pp.1055-1059.

David A. Waldman, Pierre A. Balthazard (2015), *Organizational Neuroscience* Ed. Emerald Insight, (ISBN: 978-1-78560-431-7).

Valutazione digitale, assunzioni e lavoro di squadra

Feng et al., 2015. *Neural Signatures of Fairness-Related Normative Decision Making in the Ultimatum Game: A Coordinate-Based Meta-Analysis*. Human Brain Mapping, 36, pp.591–602.

Lattanzi, N., Menicagli, D. and Dal Maso, L., 2016. *Neuroscience Evidence for Economic Humanism in Management Science: Organizational Implications and Strategy. Archives italiennes de biologie*, 154(1), pp.26-37.
Santos et al. 2008. *Social diversity promotes the emergence of cooperation in public goods games*. Nature. 454. pp.213-216.

Le neuroscienze e le scienze gestionali: dal cervello all'impresa e viceversa

Benner, M.J. and Tushman, M.L. (2003). *Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited*. In: *The Academy of Management Review* (28), 238-256.

Helfat, Constance E. et al. (2007). *Dynamic Capabilities: Understanding strategic change in organizations*, Oxford: Blackwell.

Lattanzi, N. (2013). Management Science and Neuroscience Impact. *Decision making process, entrepreneurship and business strategy*. McGraw-Hill, UK.

Laureiro-Martínez, Daniella; Brusoni, Stefano; Zollo, Maurizio (2010). *The neuro-scientific foundations of the exploration–exploitation dilemma*. Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics, Vol 3(2), 95-115.

Laureiro-Martínez, Daniella; Brusoni, Stefano; Canessa, Nicola; Zollo, Maurizio (2013). *Understanding the exploration–exploitation dilemma: An fMRI study of at-tention control and decision-making performance*. Strategic Management Journal (Wiley-Blackwell) Vol 36(3): 319–338.

Stanton, Angela A.; Day Mellani J.; Welpe. Isabell M. (2010). *Neuroeconomics and the Firm*. Edward Elgar Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA.
Teece, David J.; Pisano, Gary; Shuen, Amy (1997). *Dynamic Capabilities and Stra-tegic Management*. Strategic Management Journal (Wiley-Blackwell) 18 (7): 509–533.

Teece, David J. (2007). *Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Performance*. Strategic Management Journal (John Wiley & Sons) 28 (13): 1319–1350.

Sitografia

https://www.youtube.com/watch?v=ImyZMtPVodo
https://www.youtube.com/watch?v=DRDXhHRlC4I
https://www.youtube.com/watch?v=hzSlmZZQZgQ
https://www.youtube.com/watch?v=aYOPcHRO3tc
https://www.youtube.com/watch?v=0MD4Ymjyc2I

Conclusioni

Intesa Sanpaolo Innovation Center con il report dedicato a “Neuroscience Impact” crede fermamente che le Neuroscienze possano apportare valore nel campo del business e della vita delle persone. Lo studio delle neuroscienze, infatti, suscita un profondo interesse per il mondo scientifico, tra gli addetti ai lavori e l’opinione pubblica e ha enormi implicazioni di natura economica, che riguardano la diagnosi, il trattamento e la riabilitazione neurologica, ma che comportano anche scelte etiche.

A testimoniare questo vi è lo sviluppo di grandi progetti internazionali, in cui la crescita delle neuroscienze rappresenta una forza trainante fondamentale per lo sviluppo economico. Gli Stati Uniti e l’Unione Europea finanziano progetti multi-miliardari indipendenti (“Human Connectome Project”, “Human Brain Project”), progetti cinesi e giapponesi sul cervello, tutti con un obiettivo comune: decifrare l’intricato circuito neuronale del cervello per realizzare una simulazione completa del suo funzionamento e migliorare la comprensione delle malattie ad esso collegate, ma anche per approfondire tematiche di salute, di benessere delle persone, della comunità e del business.

Inoltre, in un’epoca di accelerazione digitale e tecnologica in cui le macchine lavoreranno con gli uomini, è certamente fondamentale per Intesa Sanpaolo Innovation Center studiare e approfondire l’analisi di come le neuroscienze possano essere una leva essenziale per aumentare il potenziale delle persone e il modo in cui potrebbero imparare più velocemente, interagendo più efficacemente l’un l’altro e con i clienti.

Conclusioni

Per questo motivo in Intesa Sanpaolo Innovation Center abbiamo deciso di lanciare un Laboratorio dedicato “Intesa Sanpaolo Innovation Center Lab Neuroscience” con l’obiettivo di indagare come le neuroscienze possono apportare valore all’interno del gruppo bancario, esplorando modelli innovativi per risolvere problemi e sfide che non trovano soluzioni standard in big player o startup.

Infine “Intesa Sanpaolo Innovation Center Lab Neuroscience” desidera attrarre i migliori talenti nazionali e internazionali per la realizzazione di sfide complesse relative a problemi industriali incoraggiando la “cross contaminazione” e il trasferimento di know-how attraverso spazi fisici dedicati, facilitando l’incontro di conoscenze con partner, riducendo così i tempi e le complessità di sviluppo.

Sonia d’Arcangelo

Intesa Sanpaolo Innovation Center

Esplorare i nuovi modelli di business per creare gli asset e le competenze necessarie a supportare la competitività del Gruppo e fungere da motore e stimolo della nuova economia in Italia: questa è la mission di Intesa Sanpaolo Innovation Center.

Intesa Sanpaolo Innovation Center vuole rappresentare una leva per accelerare lo sviluppo economico delle imprese italiane, con specifico riguardo ai megatrend della nostra società: Industry 4.0 ed Economia Circolare.

Rivolgendosi all'ecosistema delle start up innovative per sostenerle nei loro percorsi di scalabilità e internazionalizzazione, Intesa Sanpaolo Innovation Center crea sul territorio una rete di relazioni con imprese, incubatori, centri di ricerca, università e realtà locali e internazionali. Un network aperto che facilita l'incontro di domanda e offerta d'innovazione e incrementa efficienza, competitività e scalabilità internazionale.
Intesa Sanpaolo Innovation Center contribuisce alla diffusione della "cultura dell'innovazione" attraverso iniziative formative ed eventi aperti a tutti, con lo scopo di trasmettere competenze e metodologie.

Editori & Contributori

Maurizio Montagnese
Presidente

Mario Costantini
Direttore Generale

Matteo Colombo
Responsabile del Competence Center

Sonia D'Arcangelo
Responsabile del Laboratorio di Neuroscienze

Daniele Borghi
Senior Innovation Analyst

Massimo Milone
Identità, Comunicazione e Cultura dell'Innovazione

Scuola IMT Alti Studi Lucca

La Scuola IMT Alti Studi Lucca è un'università pubblica di alta formazione e un centro di ricerca incentrato sull'analisi dei sistemi economici, sociali, tecnologici e culturali. La Scuola IMT è una delle sei Scuole di Eccellenza italiane, insieme alla Scuola Normale e Scuola Sant'Anna (Pisa), l'Istituto Universitario di Studi Superiori di Pavia (Pavia), la Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (Trieste) e il Gran Sasso Science Institute (L'Aquila). Dalla sua istituzione con il Decreto Ministeriale del 18 novembre 2005, la Scuola IMT si è distinta per la qualità e l'innovatività del suo programma di ricerca e dottorato e la sua natura interdisciplinare, caratterizzata dalla complementarietà e dalla conversazione tra metodologie tratte dall'economia, ingegneria, informatica, matematica applicata, fisica, archeologia, storia dell'arte, scienze gestionali, patrimonio culturale e, più recentemente, neuroscienze e psicologia.

La fusione fra tradizione e innovazione si riflette anche nel Campus della Scuola, situato nel convento di San Francesco, recentemente restaurato. Il Campus, iniziato originariamente nel 1228 e sede di studi teologici e filosofici, comprende adesso spazi per la ricerca e laboratori, corsi, vita e ricreazione per insegnanti e dottorandi. Il Campus, con la propria vita, è completato dalla Biblioteca, che offre una pletora di risorse e spazi di lavoro aggiuntivi alla comunità della Scuola IMT e, più in generale, alla città di Lucca.

La scuola IMT offre due programmi di dottorato. Il programma di Cognitive and Cultural Systems esamina le metodologie applicabili allo studio del comportamento e della mente, delle attività e produzioni umane, come le loro funzioni e rappresentazioni materiali e simboliche. Il programma di Systems Science si basa sulle competenze nello sviluppo di modelli quantitativi predittivi per l'analisi dei sistemi economici, tecnologici e sociali.

Partendo dal principio fondamentale del rigore scientifico e dell'eccellenza, che si applica a tutti i settori e i livelli della comunità di ricerca, la Scuola IMT si distingue per il suo modello interdisciplinare, finalizzato a sviluppare ricerche innovative e acquisire una maggiore prospettiva internazionale.

Autori & Contributori

Pietro Pietrini
Professor – Research topics: Social and Clinical Neurosciences, Psychiatry

Nicola Lattanzi
Professor – Research topics: Strategy and Business Behavior, Business Administration

Emiliano Ricciardi
Professor – Research topics: Cognitive Neuroscience, Neuroimaging

Andrea Patricelli Malizia
Senior Research Collaborator, Innovation Center Lab-Neuroscience

Giulio Bernardi
Guest Researcher in Neuroscience

Guido Caldarelli
Professor – Research topics: Scale-free networks, Complex Networks and Systems Biology

Un ulteriore contributo è stato fornito dai seguenti membri di facoltà e di ricerca: Luca Cecchetti, Davide Bottari, Andrea Leo, Monica Betta, Alessandra Rampinini, Mirko Garasic (visiting professor), Giulia Avvenuti, Evgenia Bednaya, Giacomo Handjaras, Laura Sophie Imperatori, Giada Lettieri, Alice Martinelli, Laura Muscatello, Paolo Papale, Francesca Setti, Ilaria Zampieri.