

Network funzionali dei segnali molecolari in Fisiologia

Emozioni: aree coinvolte

Prof. Angelone Tommaso – 17/11/2022- Autori: Mandolito, Fazari, Manieri, Dimasi, Mainente - Revisionatori: Carleo, Panarello, Canino

EMOZIONI

L'emozione è una risposta dell'organismo a situazioni e/o contesti specifici, costituita da diversi processi organizzati gerarchicamente e operanti indipendentemente (definizione di Ladavas, 1995).

I processi gerarchicamente più bassi sono pre-programmati e operanti già alla nascita, mentre quelli che occupano un ordine più elevato, svolgendo un ruolo di controllo e modulazione della risposta emotiva, seguono lo sviluppo psicosociale dell'individuo, anche se non sono completamente indipendenti dallo sviluppo funzionale del sistema nervoso (Ladavas, 1995)

L'emozione è collegata con tutte le funzioni viste precedentemente; si tratta di una risposta ad una situazione esterna. *Questo tipo di risposta paradossalmente può servire più a chi la osserva che a chi la sente.*

Possiamo definire la risposta emozionale come un tipo di comunicazione con gli altri riguardo ad un evento, che sia esso gioioso o doloroso; l'**emozione** è la risposta ad uno stato d'animo che viene comunicato a chi si ha di fronte. Es. quando piangiamo andiamo alla ricerca di qualcuno che ci consoli o che ci aiuti a risolvere un problema.

Questo tipo di comunicazione richiede il coinvolgimento di varie aree del cervello che coinvolgono anche la struttura motoria, perché l'espressione del viso, sia essa rilassata o contratta, riflette il nostro stato d'animo. Inoltre, all'interno dell'organismo la risposta emotiva è accompagnata anche da un bilancio di alcuni ormoni.

A seguito esiste una teoria secondo cui la risposta emotiva coinvolge diverse strutture.

- **Teoria di James e Lange:** afferma che la sensazione delle variazioni vegetative corporee innesca/sostiene la risposta e i vissuti coscienti della risposta emozionale. In altre parole: la risposta emotiva coinvolge il controllo non solo delle aree specifiche ma anche delle aree vegetative ed esse hanno il compito di mantenere costante questa risposta emozionale fin quando lo stimolo adeguato persiste. "Non tremiamo perché abbiamo paura, ma abbiamo paura perché tremiamo" (W. James, 1884).

AREE COINVOLTE:

N.B. le emozioni coinvolgono anche l'area motoria, perché l'espressione del viso è dovuta anche a una contrazione dei muscoli facciali.

Le aree più importanti che possono controllare lo stato emotivo:

- **Amigdala:** è una delle aree "emozionali" più importanti perché essa riorganizza le emozioni. L'amigdala rappresenta l'area in cui *afferiscono* tutte le sensazioni emotive; essa organizza le risposte comportamentali, vegetative e ormonali di rabbia, paura e ansia ed è implicata nei comportamenti sessuali e materni. Riceve afferenze da aree temporali, frontali, limbiche (olfattive) e invia efferenze ad aree frontali, ippocampo, ipotalamo e tronco encefalico (funzioni vegetative e comportamenti specie-specifici). La stimolazione dell'amigdala induce risposte emozionali, infatti, la sua disattivazione farmacologica (benzodiazepine, oppio) le attenua e la sua distruzione le abolisce.

- **Ipotalamo:** è coinvolto nei processi di aggressività; il nucleo mediale facilita l'aggressività difensiva e, insieme a quello laterale, inibisce la predazione.
- **Sostanza grigia periacqueduttale:** induce attacco (predazione) e difesa sotto il controllo di ipotalamo e amigdala.
- **Corteccia orbitofrontale:** interpreta situazioni socialmente complesse nel contesto di scelte personali che inducono emozioni; valuta il rischio e induce prudenza e moralità nelle interazioni sociali. C'è un bilancio tra ciò che possiamo fare e ciò che invece non è permesso. Riceve afferenze da aree temporali, frontali, limbiche e dall'amigdala e invia efferenze ad amigdala e giro del cingolo.

Le emozioni primarie espresse dal viso sono: tristezza, felicità, sorpresa, rabbia, paura/ansia e disgusto. L'amigdala e l'ipotalamo sono implicati nel riconoscimento di rabbia e paura/ansia. I nuclei della base (caudato e putamen) e la corteccia dell'insula (che include la corteccia gustativa) sono implicate nel riconoscimento del disgusto.

Si è notata un'*asimmetria funzionale dei due emisferi* la metà sinistra del volto (controllata dall'emisfero destro) è più espressiva di quella destra. Inoltre, che il *riconoscimento delle emozioni del viso* sia innato (ereditario), universale (transculturale) e basato sulle abilità dell'emisfero destro.

Le emozioni primarie quali la tristezza, la felicità, la sorpresa, la rabbia, la paura e il disgusto sono espresse dal viso. Le espressioni facciali sono le prime interfacce che ci permettono di identificare le emozioni degli altri e le nostre.

È possibile notare ciò perché se pensiamo ad un parkinsoniano, all'inizio presenta solo il tremore all'arto superiore, a lungo andare perde anche l'espressione facciale; quando si perde l'espressione facciale si perde anche la comunicazione dell'emozione: il soggetto che è sofferente e che non ha un'espressione perché non riesce a contrarre i muscoli non ha modo di esprimere l'emozione se non verbalmente.

L'espressione facciale delle emozioni è molto importante (*si pensi al dolore*) perché altrimenti si perde l'aspetto comunicativo non verbale della mimica facciale.

Nei casi in cui viene meno l'aspetto comunicativo si perde la capacità di comunicare il "proprio stato" agli altri.

Fra i vari comportamenti quello *aggressivo* ha una funzione particolare e fra le sostanze coinvolte vi è la **serotonina**: l'aumento dei neuroni serotoninergici inibisce l'aggressività e i comportamenti antisociali.

In particolare, le persone colpite da depressione cronica legata alla carenza di serotonina, qualora a lungo andare si abituino alla dose di serotonina farmacologicamente prescritta, sviluppano di nuovo l'aggressività e bisogna ripristinare o aumentare la quantità di farmaco. Dunque, una delle manifestazioni della carenza di serotonina è l'aggressività, mentre con l'aumento della serotonina vengono inibiti i neuroni che la inducono.

Altri ormoni giocano un ruolo fondamentale nell'aggressività, come gli **ormoni androgeni**, soprattutto il testosterone, sia negli uomini che nelle donne.

L'area preottica mediale controlla l'aggressività tra maschi e il comportamento sessuale maschile; anche nelle donne il testosterone induce comportamenti aggressivi. Quando il testosterone è associato all'alcool si riducono gli elementi neuronali inibitori funzionanti ed aumenta l'aggressività. In alcuni casi l'aggressività è una delle manifestazioni delle neoplasie neuronali che portano o al rilascio di una maggiore quantità di testosterone o all'impossibilità di indurre, attraverso le vie serotoninergiche, un'inibizione adeguata.

LA RISPOSTA EMOTIVA:

La risposta emotiva viene classificata sulla base di tre componenti principali:

1. Valutazione dello stato emotivo
2. Espressione di un'emozione
3. Esperienza di un'emozione.

VALUTAZIONE DELLO STATO EMOTIVO:

La valutazione del significato emotivo di un evento coinvolge **strutture sottocorticali e corticali**. In particolare, le **strutture sottocorticali** sono implicate nel processo di valutazione di un evento emotigeno, ovvero cosa ha indotto l'emozione, mentre le **strutture corticali** sono implicate nel controllo ed elaborazione della risposta adeguata alla situazione.

Nel 1937 **Papez** ideò il seguente circuito:

- “La risposta emotiva è determinata dall’ipotalamo, i nuclei anteriori del talamo, il giro del cingolo, l’ippocampo, l’amigdala e le loro connessioni che nell’insieme costituiscono (come se fossero un’orchestra di funzioni) un meccanismo armonico che suscita internamente le emozioni e, al tempo stesso contribuiscono ad organizzare le risposte emotive”.

L’**ipotalamo** è più coinvolto nell’attribuzione del significato agli stimoli sensoriali e nell’espressione emotiva, mentre la componente corticale è responsabile dell’elaborazione dell’esperienza emotiva.

L’**amigdala** è la parte che riesce a controllare maggiormente tutte le afferenze e a dare una risposta integrata. È costituita da:

- **Nuclei baso laterali**, che ricevono informazioni sensoriali da corteccia e talamo;
- **Nucleo mediale**, che riceve informazioni olfattive dal bulbo olfattivo e accessorio;
- **Nucleo centrale**, che invia comandi a strutture motorie del tronco-encefalo e all’ipotalamo (funzioni vegetative e comportamenti specie-specifici).

Attraverso prove sperimentali si è visto che la stimolazione elettrica dell’amigdala induce risposte emozionali specialmente associate a rabbia, paura e ansia mentre la sua disattivazione farmacologica (benzodiazepine, oppio) le inibisce. Gli stimoli visivi che illustrano visi impauriti inducono nel soggetto umano una significativa attivazione bilaterale dell’amigdala.

Nel 1961 **Downer** evidenziò il ruolo dell’amigdala nella valutazione emotigena degli stimoli dimostrando che una sua lesione interferisce con l’attività autonoma legata alle emozioni, con i comportamenti emotivi già appresi o innati e con l’apprendimento di nuove risposte emotive nei confronti dell’ambiente circostante. Quindi osservò che se vi è un danno dell’area si perdono anche quelle che sono le risposte emotive innate, *come ad esempio quelle dei bambini (il pianto è la prima emozione associata a fame, mancanza di sonno e al non sentirsi bene)*.

Nel 1979 **Kapp** asserì che l’amigdala riceve due tipi di connessioni:

- Proiezioni provenienti dalla “**via sottocorticale o talamica**”, cioè dai nuclei talamici che inviano informazioni molto blande sulla risposta emotigena;
- Proiezioni provenienti dalla “**via corticale**”, cioè dalle aree sensoriali primarie e dalle aree associative secondarie, che inviano informazioni dettagliate in modo da avere una risposta adeguata.

ESPRESSIONE DI UN'EMOZIONE:

Le espressioni vengono “*esprese*” in base a fattori situazionali, **espressioni facciali**, resoconto verbale, risposte motorie e risposte fisiologiche interne. L’emisfero destro rappresenta l’emisfero con maggiori competenze nel riconoscimento e nell’espressione delle emozioni. *Nelle emiparesi viene ridotta la quantità di emozioni che si possono esprimere.*

Le risposte fisiologiche agli stati emotivi sono il risultato dell’attività del *sistema nervoso simpatico* e degli effetti dell’ormone *epinefrina o adrenalina* secreto dalle ghiandole surrenali.

Ve ne sono diverse: l’aumento del ritmo e della profondità del respiro, l’aumento della pressione sanguigna e della quantità di sangue emessa con ogni movimento cardiaco, diminuzione del sangue verso gli organi

interni e aumento verso i muscoli, maggiore produzione di glucosio soprattutto da parte del fegato perché c'è maggiore bisogno di energia, dilatamento delle pupille oculari per lasciar entrare più luce, risposte galvaniche della pelle (*ad esempio quando ci viene la pelle d'oca*).

Di particolare importanza è la risposta motoria. Vi sono tre tipi di cambiamento nel comportamento motorio che hanno origine dall'emozione:

- **Cambiamento posturale:** es. una persona felice cammina e sta dritta; una arrabbiata assume una posizione curva.
- **Risposta motoria automatica:** es. un forte rumore produce un insieme predicibile di azioni involontarie chiamato “*configurazione di sorpresa*”: la testa si sposta in avanti, le palpebre si muovono, la bocca si può aprire, i muscoli del collo si protendono, le braccia e le gambe possono scattare.
- **Azioni comportamentali volontarie:** es. in caso di gioia una persona può saltare o battere le mani.

Nel 1872 Darwin stabilì le caratteristiche delle espressioni facciali:

- **Innate:** presenti, ad esempio, anche in bambini affetti da cecità;
- **Universali** in tutte le razze dell'umanità;
- **Originate dalle espressioni facciali degli animali.**

Un errore comune è quello di pensare che lo stato emotivo dell'uomo si manifesti nelle altre specie allo stesso modo; ad esempio, il cane “che sorride” in realtà non sta sorridendo, bensì mostra i denti come avvertimento e se gli si mostrano i denti a propria volta lo interpreterà come un gesto di sfida. Solo la scimmia, essendo un primate, ha delle espressioni che somigliano a quelle dell'uomo

Perché universali?

- Ekman e Friesen, nel 1969, evidenziarono come gli abitanti di USA, Brasile, Cile, Giappone e Borneo avessero la tendenza a identificare le stesse facce con le stesse emozioni (dolore, felicità, paura, sorpresa, disgusto). Nel 1971 replicarono i suddetti esperimenti, ottenendo quasi i medesimi risultati, con i Fore della Nuova Guinea, che avevano avuto poco o nessun contatto con le culture alfabetizzate occidentali o orientali.
- Morris e Collett (1979), invece, evidenziarono come le espressioni gestuali delle emozioni fossero determinate culturalmente.

ESPERIENZA DELL'EMOZIONE:

Teoria di James-Lange, 1935

Lo psicologo W. James fu il primo a proporre, già dal 1884, la teoria secondo la quale *l'esperienza cosciente dell'emozione è secondaria all'espressione dell'emozione sul piano fisiologico*.

In altre parole, determinati stimoli provocano risposte corporee di tipo autonomico oppure somatico ed è la percezione cosciente di queste alterazioni viscerali o somatiche che dà origine alle emozioni corrispondenti.

Dunque, questa teoria sostiene che l'eccitazione fisiologica, con l'esclusione del comportamento emotivo, sia il determinante dei sentimenti emotivi. Sottolinea inoltre che ogni sentimento emotivo ha un modello distinto e unico di risposte fisiologiche ad esso associate. Deve soddisfare due criteri che includono

- almeno due emozioni dovrebbero essere indotte

- la presenza di qualsiasi emozione dovrebbe essere verificata utilizzando altre misure come espressioni facciali o rapporti verbali.

Schema:

Stimolo emotigeno → pattern fisiologico tipico → sensazione consapevole dell'emozione → risposta emotiva

Questa teoria è supportata da altri dati:

- Hohmann nel 1966 intervistò pazienti con danni spinali (a livello sacrale, lombare, toracico e cervicale) sulla differenza di intensità tra emozioni esperite prima e dopo l'incidente.

I risultati indicarono che tanto più è grave il grado di infermità prodotto dalla lesione tanto maggiore è la diminuzione delle sensazioni di paura e odio. Questi dati, in conclusione, sostengono l'idea che, per provare emozioni, sia necessario avere delle indicazioni sulle reazioni fisiologiche che hanno luogo nel proprio corpo. Ne consegue che ci sono aree coinvolte che fanno aumentare la risposta emotigena.

L'emozione comprende: comportamenti, sensazioni e risposte fisiologiche (vegetative e ormonali) con significato comunicativo adattivo.

Secondo **la teoria di James e Lange**:

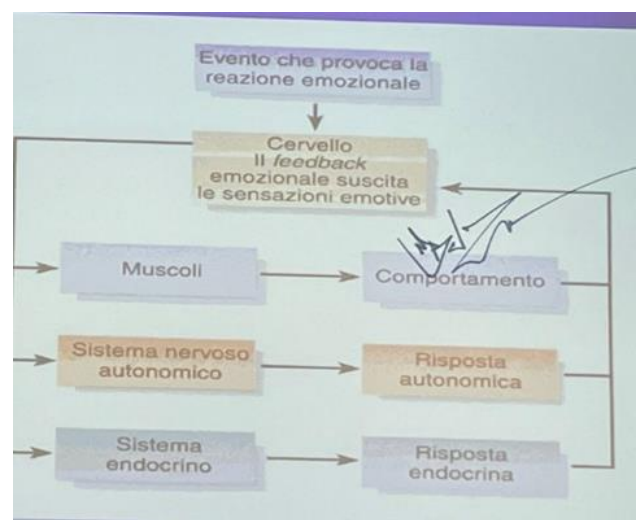
- l'evento provoca la risposta emozionale (comportamentale, vegetativa, ormonale).
- Il feedback sensoriale interno della risposta emozionale induce la sensazione emozionale.

Per cui un evento ambientale scatena risposte comportamentali, vegetative ed endocrine e, successivamente, il feedback sensoriale, che sta alla base di queste risposte, suscita sensazioni emotive.

Ricapitolando: Un'attivazione emotigena scatena nel cervello varie vie che interfacciano nel meccanismo a feedback.

Le sensazioni emozionali coinvolgono il cervello e, a loro volta, attivano il sistema nervoso autonomo, il sistema endocrino e alcuni gruppi muscolari.

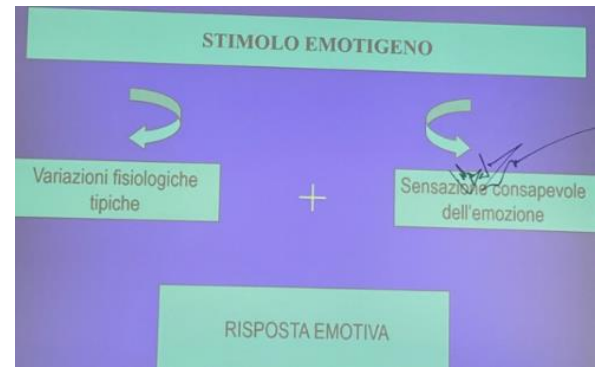
Il sistema endocrino scatena una risposta endocrina; il sistema nervoso autonomo attua una risposta vegetativa, attivando il sistema nervoso simpatico e parasimpatico, ed infine i muscoli causano una risposta comportamentale. Nelle risposte affettive vengono reclutate strutture corticali e sottocorticali in maniera variabile e dipendente dal contesto.



Secondo, invece, la **teoria di Cannon e Bard (1934)**, lo stato emotigeno è dovuto alla somma di due attivazioni separate: variazioni fisiologiche tipiche e sensazione consapevole dell'emozione

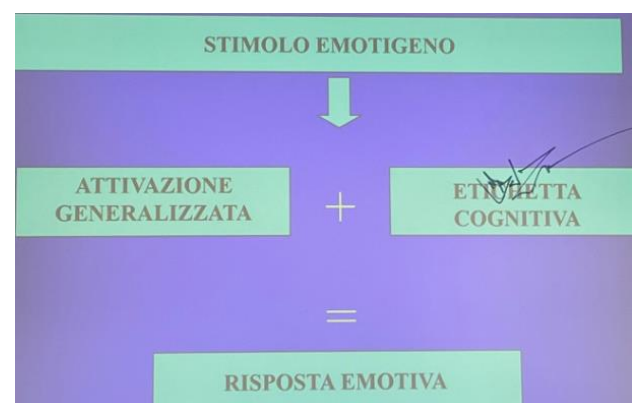
(ricorda: nella teoria di James e Lange era prevista una reazione a cascata nell'attivazione).

Secondo questa teoria il talamo, in presenza di uno stimolo emotivamente scatenante, manderebbe impulsi al sistema nervoso simpatico, producendo le reazioni fisiologiche. Contemporaneamente manderebbe impulsi alla corteccia cerebrale, producendo la sensazione consapevole dell'emozione.



Invece, ancora, **nella teoria di Schachter e Singer (1962)** lo stimolo emotigeno si attiva solo se nell'insieme vi è una contemporanea attivazione generalizzata e cognitiva.

Solo la somma delle due componenti genera una risposta emotiva.



CORTECCIA ORBITOFRONTALE:

La **corteccia orbito-frontale** interpreta informazioni complesse. Essa svolge un ruolo significativo anche nel controllo delle **emozioni**, attraverso l'interconnessione con *strutture limbiche* come l'amigdala, le quali, è emerso, siano importanti nella determinazione del modo in cui si vivono le emozioni. È stato anche suggerito che, la **corteccia orbito-frontale**, è specificamente coinvolta nell'equilibrare i cambiamenti corporei associati alle **emozioni**. (Ad esempio: la sensazione nervosa che si verifica nello stomaco che è collegata all'ansia).

Questa ipotesi è stata supportata da esperimenti effettuati con pazienti con che presentavano una lesione alla corteccia orbito-frontale. È importante notare come le persone con lesioni alla corteccia orbito-frontale, percepiscano il rischio, siano consapevoli delle scelte azzardate, ma continuino comunque a compierle. (Ad esempio coloro che giocano d'azzardo).

La corteccia orbito-frontale è di grande importanza per l'uomo; essa **consente l'adattamento dell'essere umano** al suo ambiente naturale e sociale, oltre a renderlo capace di svolgere complesse azioni mentali e piani futuri. Le connessioni cerebrali della corteccia orbito-frontale sono molte e coinvolte in processi diversi. Alcuni dei più conosciuti ed esplorati:

- **Regolazione del comportamento sociale:** una delle funzioni più note della corteccia orbito-frontale è quella di aiutare a regolare il comportamento sociale.

Regola cioè la capacità dell'uomo di adattare azioni e parole alle situazioni, alle persone ed al tipo di interazione. Permette di valutare le norme sociali del comportamento.

- **Inibizione comportamentale:** un'altra funzione chiave è l'inibizione del comportamento. Grazie anche a questa regione del cervello, l'uomo è in grado di operare una sorta di discernimento per evitare di fare la prima cosa che gli passa per la mente; allo stesso modo è in grado di cambiare il proprio comportamento per adattarsi alle circostanze.
- **Coinvolgimento nella personalità:** non si può dire che la personalità si trovi solo nella corteccia prefrontale, ma è stato osservato che l'alterazione di questa regione del cervello può avere gravi ripercussioni sul modo di essere di una persona, sulla variazione comportamentale e sul modo di reagire agli stimoli.
- **Motivazione e Pianificazione:** un altro settore all'interno del quale è stata vista la partecipazione della corteccia orbito-frontale è la capacità di motivare l'individuo, soprattutto nel momento in cui si è chiamati a prendere l'iniziativa verso un determinato comportamento e/o nel mantenerlo. Influisce anche sulla pianificazione del comportamento.
- **Analisi del Processo Decisionale:** la corteccia orbito-frontale ha una grande implicazione nel prendere decisioni, data l'integrazione e l'analisi delle informazioni raccolte in precedenza. Questo processo di analisi, rende possibile conoscere anticipatamente quale scelta comportamentale venga compiuta, in risposta ad uno stimolo.

Tuttavia, ciò può subire delle variazioni a seconda delle nuove esperienze.

- **Gestione emotiva ed aggressività:** derivato in gran parte dalle connessioni con il sistema limbico, è il coinvolgimento della corteccia orbito-frontale nella gestione emotiva, soprattutto in relazione al controllo delle risposte difensive e aggressive, verbali o fisiche. Consente quindi di mostrare allerta gli stimoli di minaccia.

Esistono diversi "tipi di aggressività".

- La **minaccia** (molto presente nell'animale e meno nell'essere umano);
- Il **comportamento di difesa**;
- Il **comportamento di sottomissione** (soprattutto negli animali);
- Il **comportamento di rabbia**;

Abbiamo già detto che la **serotonina** inibisce il senso di aggressività. Nell'uomo, infatti, livelli bassi di serotonina causano episodi di aggressività e comportamenti anti-sociali. L'altro ormone che controlla gli atteggiamenti di aggressività offensiva è il **testosterone** (anche nelle donne, nonostante abbiano un livello di testosterone più basso rispetto agli uomini). Quando questo ormone aumenta, aumentano anche gli episodi di aggressività. Esso agisce sull'amigdala ed ha un effetto contrario rispetto alla **serotonina**.

La serotonina induce aggressività scaturita dall'ambiente esterno, il testosterone invece induce impropriamente l'aggressività, senza alcuna stimolazione esterna.

- **"Punizioni" e Sistemi di Apprendimento:** gli studi condotti sulla corteccia orbito-frontale hanno dimostrato che questa regione del prefrontale (in particolare per quanto riguarda le sue aree mediali) è legata alla sensibilità ed all'apprendimento della relazione tra comportamento-rinforzo.

Le sue aree più laterali sono legate invece alla relazione comportamento-punizione.

Inoltre, l'esistenza di queste sensibilità verso l'una o l'altra relazione, sono collegate alle nostre future scelte comportamentali.

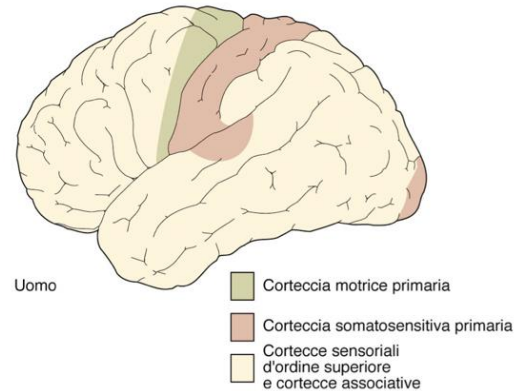
- Integrazione dei Sensi: informazioni sull'esperienza

Recenti ricerche hanno dimostrato che la corteccia orbito-frontale consente di integrare le informazioni sensoriali *attuali* con informazioni accumulate in precedenza dai momenti *precedenti*.

AREE ASSOCIATIVE:

Le **aree associative corticali** altro non sono che la connessione di tutte le funzioni viste finora, le quali ci consentono di integrare le informazioni in modo “pieno”, non asettico.

Esempio 1: l'uomo percepisce un oggetto per quello che è; ne vede la forma, il colore, ne sente la superficie ma, in realtà, l'oggetto non rappresenta solo ciò che è, che tutti sono in grado di percepire ma, rappresenta anche l'esperienza che ciascun individuo ha di esso.



*Esempio 2: Il gesto di cambiare slide e prendere il microfono, per essere realizzato, ha bisogno di **connessioni polimodali**, ovvero: è necessario che le aree associative si associno tra di loro poiché, non sono solo dei gesti automatici, ma richiedono delle “programmazioni” adeguate a quanto riguarda l'estensione del braccio, la forza che devo apporre sul microfono o sul tasto del pc; pertanto, è necessario che abbiano anche una conoscenza generale dell'oggetto da toccare/prendere.*

Le **funzioni cerebrali superiori** sono funzioni complesse quali:

- la memoria;
- il linguaggio;
- la capacità di ragionamento, di pianificazione o di risoluzione di un problema;
- la percezione;
- l'azione;

Le **funzioni cerebrali superiori** più complesse sono il risultato della coordinazione delle attività delle diverse aree associative. L'ipotesi attuale è che le funzioni cerebrali superiori emergano dall'integrazione di informazioni che provengono da numerose **strutture corticali** che possono risiedere in entrambi gli emisferi; tale integrazione è svolta dalle **aree associative**.

Queste funzioni sono altamente interconnesse e interrelate; basti pensare alla inscindibile relazione vigente tra *memoria dichiarativa* (memoria episodica e memoria semantica) e *linguaggio*, tra *percezione* e memoria. Tuttavia, per motivi di semplicità di analisi, queste funzioni vengono in genere trattate separatamente.

In particolare, le associazioni fra la corteccia parietale e la corteccia prefrontale sembrerebbero le principali responsabili delle funzioni superiori più vicine a quella che si definisce *intelligenza*.

La conoscenza dei substrati cerebrali implicati in tali processi è ancora incompleto.

È però noto che, il segnale informativo viene recepito dalle **aree sensoriali primarie** per giungere poi, mediante un processo a tappe che coinvolge le **aree associative polimodali**, fino alle **aree motorie**.

Le **aree associative polimodali** sono considerate il *substrato anatomico* delle funzioni superiori e sono particolarmente sviluppate nei primati e nell'uomo.

Nello specifico si può schematizzare il **flusso di informazioni** in questo modo:

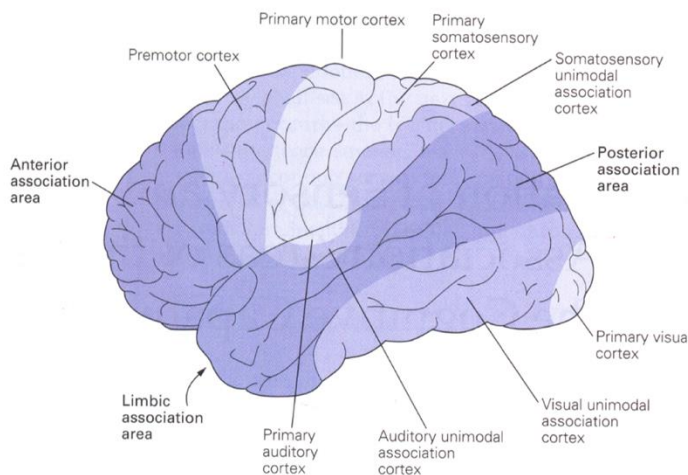
Le **aree sensoriali primarie** (ad esempio, visiva primaria, acustica primaria, somato-sensoriale primaria) proiettano ad aree sensoriali adiacenti all'interno della stessa modalità.

Esempi di questo tipo sono le proiezioni di V1 alle aree visive infero-temporali attraverso le aree V2 e V4 o

le proiezioni della corteccia acustica primaria alle aree acustiche del solco temporale superiore attraverso le aree della “cintura”. Queste aree, che integrano informazioni all’interno di una singola modalità, vengono chiamate **aree associative unimodali**.

Le **aree associative unimodali** proiettano ad aree **associative sensoriali polimodali**, le quali integrano informazioni provenienti da più di una modalità. *Ad esempio, le aree associative polimodali temporo-occipito-parietali integrano informazioni acustiche, visive e somato-sensoriali.*

Le aree associative occupano una gran parte della superficie corticale



Le **aree associative sensoriali polimodali** proiettano alle **aree motorie associative polimodali**, localizzate nei lobi frontali.

Quindi le aree sensoriali pianificano una appropriata risposta comportamentale ed elaborano i programmi necessari all’esecuzione dei movimenti. Questi programmi sono poi inviati alle aree motorie: **premotoria e motoria primaria**, le quali inviano i segnali ai **motoneuroni** per l’attuazione della risposta motoria.

Tre principi governano la funzione delle aree associative:

1. L’informazione è elaborata e trasferita dalla periferia alle **aree unimodali** alle **aree associative multimodali** della parte posteriore degli emisferi: le **corteccie** posteriori parietali e temporali.
2. Le informazioni delle diverse modalità convergono su aree di corteccia che integrano un evento **polisensoriale**.
3. Le **aree associative posteriori** sono largamente interconnesse con le **aree associative frontali** responsabili della pianificazione del movimento. Le **aree anteriori** convertono i piani per il comportamento futuro in **risposte motorie** (es. *soddisfare la fame con il cibo*).

TIPI DI AREE ASSOCIATIVE:

- **Area Associativa Posteriore** (area occipito-temporo-parietale):
Al confine tra i lobi occipitale, temporale e parietale, essa integra informazioni provenienti da modalità diverse ed è implicata nell’*attenzione*, nelq *linguaggio*, nell’*orientamento spaziale*, nel *riconoscimento* del sé e dell’ambiente e partecipa all’*organizzazione di movimenti complessi*;
- **Area Associativa Anteriore** (corteccia prefrontale):
È associata con alle funzioni esecutive del comportamento, quali la *risoluzione di problemi*, la *pianificazione* di una strategia di azione che conduce al raggiungimento di uno scopo prefissato, il *monitoraggio delle prestazioni*, la *capacità di cambiare strategia* se e quando le circostanze lo richiedono, la *valutazione delle conseguenze* delle proprie ed altrui azioni, il *pensiero astratto*, la *memoria di lavoro*;

- **Area Associativa Limbica:**

L'area associativa limbica è situata lungo le facce mediali degli emisferi cerebrali; è implicata nella formazione della **memoria dichiarativa a lungo termine** e nel **comportamento emotivo**.

FUNZIONI AREE ASSOCIATIVE:

Le funzioni delle aree associative sono state dedotte principalmente dall'osservazione di pazienti con *lesioni* corticali selettive e, più recentemente, anche dall'utilizzo di *tecniche di neuroimmagine*, che consentono di visualizzare l'attività cerebrale in soggetti mentre eseguono compiti cognitivi. Inoltre, l'utilizzo di lesioni selettive e di registrazioni elettrofisiologiche da specifiche aree cerebrali nella scimmia hanno contribuito alla conoscenza dei processi svolti in queste aree.

- Ad esempio, *lesioni ad aree associative unimodali visive nel lobo temporale possono comportare una selettiva incapacità di riconoscere una classe di oggetti presentati visivamente, senza influenzare la capacità di riconoscerli attraverso il tatto (agnosia appercettiva)*. Queste aree si attivano in soggetti impegnati in compiti di riconoscimento visivo di oggetti.
- Altri esempi: *Studi di neuroimmagine nell'uomo hanno recentemente mostrato che alcune aree della corteccia associativa posteriore (polimodale sensoriale) della regione occipito-temporale laterale si attivano in risposta alla presentazione di stimoli visivi e uditivi oppure visivi e tattili*.

Esistono alcune regioni con ingresso multisensoriale che si alternano con regioni ad ingresso unimodale.

La visione di un oggetto può essere data da un'attivazione semplice, in quanto noi percepiamo la forma oppure da un'attivazione unimodale complessa, in quanto non solo siamo in grado di distinguere forme diverse, il colore, ma ne riconosciamo anche la funzione, l'utilità, se ci serve o meno quell'oggetto e per cosa ci serve.

Questa organizzazione è molto simile nelle aree polisensoriali del solco temporale superiore della scimmia. Questo suggerisce fortemente **il coinvolgimento di queste aree nell'integrazione multisensoriale per il riconoscimento**, ad esempio, *della forma di un oggetto (integrazione tattile-visiva) o per la sua localizzazione (integrazione visivo-acustica)*.

A partire dal 2000, molte ricerche hanno mostrato che durante lo svolgimento di compiti che coinvolgono le funzioni cerebrali superiori è evidente la presenza di una **rete** di aree associative attive. Le funzioni cerebrali superiori più complesse potrebbero quindi emergere dalla coordinazione delle attività delle diverse aree associative.

È stato proposto che la sincronizzazione delle oscillazioni dell'attività neuronale tra queste aree sia un modo per coordinare tali reti neurali distribuite.

Per es., in un difficile compito di riconoscimento visivo di immagini frammentate, si osserva che quando il soggetto riesce a riconoscere l'immagine, le oscillazioni dell'attività neuronale su specifiche bande di frequenza risulta sincronizzata per tre gruppi di aree, temporali, occipitali e frontali; questo non si verifica quando il soggetto fallisce nel compito di riconoscimento. Possiamo immaginarlo come se "più computer lavorassero in rete per elaborare lo stesso problema, raggiungendo così un potere computazionale maggiore di quello di ogni singolo computer".

L'alterazione delle oscillazioni locali (nelle singole aree) o della sincronizzazione delle oscillazioni locali tra aree diverse, viene ritenuta una possibile causa di disturbi delle f. c. s., quali si possono riscontrare per es. *nella schizofrenia*.

Le associazioni fra la corteccia parietale e la corteccia prefrontale sembrerebbero essere le principali responsabili delle f. c. s. più vicine al nostro concetto di intelligenza: *per es., è stato proposto che l'intelligenza generale emerga dall'attività di una rete distribuita di aree associative fronto-parietali che integrano funzioni di memoria verbale, visuo-spaziale e di lavoro con funzioni esecutive*.

CORTECCIA CEREBRALE: FUNZIONI

CORTECCIA FRONTALE MEDIALE:

Quest'area sembra particolarmente responsabile della **flessibilità del comportamento** e del controllo cognitivo su di esso.

L'individuazione di conseguenze sfavorevoli, di errori di risposta, di risposte conflittuali e di incertezze decisionali, attivano **zone nella corteccia frontale mediale** ed evocano attività neuronale in un'ampia parte della corteccia frontale mediale posteriore. Questa include anche la **corteccia cingolata anteriore**, e ciò si correla con la successiva correzione della prestazione comportamentale.

La corteccia frontale mediale posteriore sembrerebbe quindi implicata nell'attività di monitoraggio di comportamenti in contesti in cui si anticipa la presenza di una ricompensa, mentre la CPF laterale sembrerebbe implicata nell'implementazione delle correzioni alle strategie comportamentali.

CORTECCIA PARIETALE POSTERIORE (CPP):

Pazienti con lesioni in questa corteccia a destra mostrano un'incapacità a percepire, esplorare e agire nello spazio controlaterale alla sede della lesione cerebrale, pur in condizione di normalità dei canali sensoriali. Il paziente si comporta come se non fosse più in grado di percepire e concepire l'esistenza di un lato dello spazio e vi è anche una mancanza di percezione del proprio emisoma controlaterale (eminegligenza spaziale); tali pazienti possono per es., *non mangiare il cibo nella metà sinistra del piatto, o non lavare la metà sinistra del corpo*.

Quindi, l'attività delle corteccie sensoriali primarie non è sufficiente per la percezione cosciente se manca l'attività della CPP.

CORTECCIA PARIETALE POSTERIORE (CPP):

Numerosi esperimenti mostrano che i pazienti, pur non essendo coscienti dell'informazione presentata a sinistra, al tempo stesso questa informazione è presente. In alcuni casi può essere utilizzata implicitamente per compiti ulteriori.

- Pazienti con dislessia da Neglect (Làdavas, Paladini e Cubelli, 1993). Sono dislessici perché non riescono a leggere le prime lettere delle parole, dal momento che si trovano a sinistra ma presentando loro delle parole semanticamente relate, pur non riuscendo a leggerle, i pazienti dimostrano gli effetti di facilitazione alla risposta caratteristici dei soggetti normali. Questo ad indicare che l'elaborazione implicita degli stimoli arriva, nei pazienti con neglect, fino al livello semantico. Questa patologia causa grossi deficit anche al livello rappresentazionale: *se si chiede ad un paziente di disegnare un volto o un fiore spesso questi omette la parte a sinistra*.
- Lesioni a dx provocano la negligenza della consapevolezza degli aspetti spaziali provenienti dal lato sinistro del corpo e del mondo esterno. La perdita coinvolge anche la memoria dello spazio extra personale secondo un sistema di riferimento centrato sul corpo come dimostrato dai pazienti di Milano (Bisiach, 1978).
Nella descrizione a memoria della Piazza del Duomo a Milano, quando i pazienti immaginavano di essere rivolti faccia al Duomo descrivevano solo una metà della piazza mentre quando immaginavano di essere rivolti schiena al Duomo descrivevano l'altra metà della piazza.

Oltre alle classiche prove di disegno libero e di copia, numerosi sono i test utilizzati per la valutazione del neglect. Alcuni dei più noti sono la bisezione di linee, quello di cancellazione di segmenti, quello di cancellazione di lettere.

Nella bisezione di linee i pazienti spostano il giudizio notevolmente a destra rispetto ai soggetti senza patologia, perché ignorano parzialmente l'estremità sinistra della linea.

Nei test di cancellazione i pazienti tipicamente omettono gli stimoli presenti nella parte sinistra del foglio, e talvolta segnano ripetutamente gli stimoli presenti nella metà destra del foglio. Ciò potrebbe indicare che il deficit è in parte dovuto ad una eccessiva allocazione di risorse attentive verso la metà destra dell'emicampo visivo.

Studi effettuati registrando l'**attività di singoli neuroni nella CPP** della scimmia hanno suggerito che essa sia implicata nei **meccanismi di attenzione selettiva**: la risposta a uno stesso stimolo è molto maggiore quando l'animale presta ad esso attenzione in quanto esso è il bersaglio di un futuro movimento, sia effettuato con gli occhi che con la mano.

La **CPP destra** è stata implicata nella **cognizione numerica**, parte delle capacità cognitive matematiche. La CPP sembrerebbe essere la sede della 'linea mentale dei numeri', ossia della visualizzazione della successione dei numeri lungo una linea (numeri più piccoli a sinistra e quelli più grandi a destra).

- Un recente studio (Zorzi, Priftis e Umiltà, 2002) ha trovato un fenomeno di neglect per la linea mentale numerica. Si chiedeva ai pazienti quale fosse il numero che stava al centro di un determinato intervallo, questi rispondevano spostando sistematicamente il giudizio verso i numeri più grandi (estremità destra della linea). *Ad esempio, se veniva chiesto quale numero fosse intermedio tra l'1 e il 9 questi pazienti potevano rispondere: "7".*
L'esistenza della linea dei numeri viene interpretata come evidenza del fatto che i numeri sono codificati spazialmente nel cervello.

Il coinvolgimento dell'area **associativa posteriore di sinistra** nel **linguaggio** è legato alla presenza in tale area del **giro angolare**, dell'**area di Wernicke** e di **altre aree perisilviane** coinvolte nella comprensione della parola letta (visivamente o tattilmente, in Braille) o udita.

CORTECCIA PARIETALE INFERIORE (CPI).

Quest'area gioca un ruolo nella memoria di lavoro; in particolare, la **CPI** sinistra sembra essere il substrato neurale del '**magazzino fonologico**' per la **memoria di lavoro verbale**. Il corrispondente del magazzino per la **memoria di lavoro non verbale** (il '**taccuino visuo- spaziale**') sembrerebbe essere situato nella **CPI destra**.

La memoria di lavoro emergerebbe quindi dal coordinamento dell'attività di zone parietali (magazzino fonologico e taccuino visuospatiale) e zone prefrontali (esecutivo centrale).

LE EMOZIONI:

Quando si deve fare una scelta, l'essere umano è perennemente combattuto tra logica ed emozione.

Si innesca una vera e propria guerra tra cervello cognitivo e cervello emotivo. Questa parte prende il nome di **Neurofisiologia delle emozioni** che analizza tutto ciò che è stato scoperto finora sul cervello emotivo, sul meccanismo delle emozioni che si suddividono in primarie e secondarie.

Le basi neurali delle emozioni risiedono nell'amigdala.

Cos'è? Come funziona il circuito delle emozioni?

L'interesse a trovare una spiegazione neurofisiologica delle emozioni risale ad oltre un secolo fa, ma il salto di qualità delle moderne neuroscienze è avvenuto da 30 anni a questa parte, grazie agli esperimenti sulle lesioni degli animali e sulle osservazioni cliniche di alcuni pazienti con lesioni cerebrali resi possibili dall'utilizzo di tecniche di *neuroimaging* sempre più avanzate. Attraverso gli studi condotti utilizzando la PET (Tomografia a Emissione di Positroni), la fMRI (Risonanza Magnetica funzionale) e l'ECG (Elettroencefalografia) si è scoperto che le funzioni emozionali sono mediate da circuiti cerebrali specifici.

Le **neuroscienze** hanno fornito evidenza scientifica riguardo al fatto che **la prima risposta ad un qualsiasi tipo di stimolo è emotiva**. Quando i nostri organi di senso ricevono un input, lo trasmettono al cervello. L'emozione innescata dallo stimolo guida il nostro comportamento. La **psicologia** dà importanza da sempre al mondo delle emozioni.

NEUROFISIOLOGIA DELLE EMOZIONI: CERVELLO EMOTIVO E RAZIONALE

La **biochimica** spiega come lavora il cervello quando decide. Le emozioni *sono come un grilletto premuto senza avviso che agisce indipendentemente dalla mente razionale* (neocorteccia).

Daniel Goleman scrive: *“L'emotività irrompe come un trigger”*.

Il cervello emotivo è un grilletto veloce, agisce in modo più rapido rispetto al cervello cognitivo. Coinvolge tutti gli organi che si sincronizzano e si lasciano condurre dall'emozione del momento. La ricerca scientifica ha dimostrato che, nei primi millisecondi dello stimolo, inconsciamente sappiamo già quale scelta fare.

Lo psicologo **Antonio Damasio** ha dimostrato che non esiste, in realtà, una razionalità pura e che le emozioni non sono intruse nelle mura della ragione. Tutto (emozioni, sentimenti e regolazione biologica) ha un ruolo nelle nostre decisioni.

Secondo Daniel Goleman le emozioni rivestono un importante ruolo di guida nelle scelte collaborando con la mente razionale. Contribuiscono al pensiero logico oppure lo rendono impossibile.

Anche il cervello razionale ha un ruolo importante nelle emozioni, ad eccezione di quei momenti in cui **le emozioni sembrano sequestrare la mente**.

Nel **cervello emotivo** (*limbico*) risiedono emozioni, ricordi, primo apprendimento, istinto gregario. La 'scheda madre' del cervello emotivo è l'**amigdala**: ha il compito di processare tutti gli stati emotivi.

Il **cervello razionale**, cognitivo, pensante è quello più evoluto. Qui ha sede il pensiero umano con la sua capacità di sviluppare programmi e strategie a lungo termine.

Elabora i dati del cervello limbico, comprende ciò che percepiscono i sensi, elabora le emozioni grazie al collegamento con i lobi prefrontali.

L'AMIGDALA E IL CIRCUITO DELLE EMOZIONI

Cos'è l'emozione? È la reazione ad uno stimolo che innesca una variazione dello stato mentale e porta ad azioni imminenti, incontrollabili a livello fisiologico, comportamentale e cognitivo.

Le emozioni nascono dall'**amigdala** che presenta una vasta rete di connessioni con le parti del cervello che controlla.

Il circuito delle emozioni funziona in questo modo:

I segnali trasmessi dai sensi (tranne l'olfatto che è collegato direttamente all'amigdala) raggiungono il talamo che, dopo averli tradotti in dati, li invia al cervello razionale per elaborarli.

Esiste, però, un fascio di nervi sottili che connettono il talamo all'amigdala: rappresentano una vera e propria scorciatoia che condiziona l'emotività.

Quindi, una parte di questi dati arriva direttamente all'amigdala (memoria emotiva) più rapidamente degli altri dati che arrivano al cervello razionale perché non vengono elaborati.

La memoria emotiva scansiona e decifra i segnali innescando azioni immediate (pericolo, sentimenti, ecc.). È una sorta di **sequestro emozionale** come lo definisce Goleman nel senso che tutte le parti del corpo obbediscono alla memoria emozionale in risposta ad uno stimolo per trovare una soluzione e scegliere. Il circuito delle emozioni è una sentinella.

EMOZIONI PRIMARIE E SECONDARIE

I ricercatori hanno suddiviso le emozioni in due grandi famiglie: primarie e secondarie.

- Le **emozioni primarie** originano dal cervello limbico (amigdala e cingolato anteriore): sono quelle innate nella nostra mente. Presentano lo stesso funzionamento fisiologico fin dalla nascita e provocano le stesse espressioni facciali, comportamento, atteggiamento.
- Le **emozioni secondarie** vengono generate dalla nostra mente, sono soggettive, dipendono dalla nostra personalità e rappresentano una combinazione delle emozioni primarie.

Ekman e Friesen (2007) considerano le emozioni primarie quelle base, dipendenti dall'interazione con l'ambiente e le emozioni secondarie quelle che coinvolgono maggiormente il cognitivo. In altre parole, le emozioni primarie (rabbia, gioia, tristezza, paura, sorpresa) sono identificate come **prototipi**, sono espresse da movimenti prototipici universali, liberi dal contesto socio-culturale. Le emozioni secondarie (compassione, imbarazzo, vergogna, senso di colpa, invidia, orgoglio, gratitudine, indignazione, disprezzo) sono sociali, si sviluppano tramite l'interazione con gli altri. Nelle emozioni secondarie, la parte cognitiva, razionale, è prevalente e con funzioni di ordine sociale.

NEUROFISIOLOGIA DELLE EMOZIONI: TRA RICERCA E STUDI CLINICI

La ricerca neurofisiologica ed i metodi terapeutici sono legati tra loro da un gioco di reciprocità: Quando gli studi corrispondono ad intuizioni terapeutiche, l'aspetto clinico tende ad approfondire ulteriormente le intuizioni metodologiche.

Chi fa ricerca nell'ambito della **neurofisiologia delle emozioni** può essere stimolato dal **lavoro clinico nell'ambito della salute mentale**. Il processo emotivo, ad esempio potrebbe suggerire nuove ipotesi ed intuizioni da evidenziare con la nuova tecnologia di *Neuroimaging*. Tra lo scienziato ed il clinico intercorre un rapporto di reciprocità positiva.

L'uso delle correlazioni tra neurofisiologia ed esperienza clinica può aiutare a determinare la **scelta di modelli** che sembrano essere i più promettenti per un progresso in campo teorico e metodologico.

5 parte:

Le aree associative polimodali proiettano alle **aree motorie polimodali** localizzate a livello dei lobi frontali, dove avviene l'integrazione e la pianificazione dell'azione; queste aree elaborano l'informazione e la portano prima alla corteccia premotoria, poi alla corteccia motoria e porta al compimento di un movimento adeguato.

- L'area associativa posteriore, al confine tra il lobo occipitale, centrale e parietale, è un'area coinvolta nel linguaggio e nella percezione;
- L'area associativa anteriore, localizzata a livello della corteccia prefrontale, verifica le azioni anche in base ai ricordi e ai comportamenti passati riguardanti la stessa azione;
- L'area associativa somato-sensoriale, situata nelle parti mediali degli emisferi cerebrali, è implicata nella connessione tra memoria ed emozioni.

Dunque, vi sono delle aree che servono ad integrare e coordinare le azioni ed è stato visto come delle lesioni specifiche unimodali, ad esempio, delle aree visive del lobo temporale possano produrre la selettiva capacità di riconoscere un oggetto visivamente, senza influenzare però il tatto: al cervello arriverà in modo corretto l'informazione tattile, mentre arriverà in modo errato quella visiva, ma sarà comunque in grado di riconoscere l'oggetto nonostante la mancanza dell'interconnessione.

Studi basati sull'Imaging hanno recentemente mostrato che alcune *aree della corteccia associativa occipito-temporale* si attivano in presenza di stimoli visivi e uditivi. Regioni multisensoriali si alternano con regioni ad ingresso unimodale; quindi, in qualche modo la visione dell'oggetto può essere:

- **un'attivazione semplice** con la percezione della forma;
- **un'attivazione complessa**, in quanto non solo vi è una forma e un colore da riconoscere, ma anche la funzione, l'utilità ecc.

Le aree associative abbracciano tutto l'emisfero cerebrale e, infatti, sono delle vie collaterali.

Lesioni dell'area associativa prefrontale dimostrano la sua implicazione nell'arousal^[1] e nei comportamenti sociali: il paziente con tale danno manifesta disattenzione ed indifferenza tendente all'apatia. Lesioni all'area associativa limbica determinano, invece, una perdita di memoria a breve termine fino a risultare in una perdita di memoria a lungo termine.

I principi che governano le funzioni delle aree associative sono:

1. L'informazione è elaborata dalla periferia alle aree associative unimodali alle multimodali;
2. Diverse modalità di informazioni convergono nella corteccia dove vengono integrate (evento polisensoriale);
3. Le aree associative posteriori sono interconnesse con le aree associative frontali per la pianificazione del movimento.

Nel sistema motorio di formazione funziona al contrario, ossia la pianificazione avviene nella prefrontale e poi passa alla corteccia premotoria, e da qui alla corteccia motoria (la corteccia prefrontale determina elaborazione ed esecuzione del movimento).

I neuroni intorno al solco principale della corteccia prefrontale rimangono attivi quando vi è la ripetizione sistematica di qualcosa per memorizzarla e si ipotizza che la corteccia prefrontale formuli *un'interconnessione tra visione, elaborazione del movimento e la ripetizione* dello stesso. I neuroni della corteccia prefrontale hanno una **mappa del campo visivo** che usano per la memoria di lavoro e riescono a vedere tutti i movimenti per seguirli in modo corretto; danni al settore ventro-mediale della corteccia frontale sconvolgono il comportamento sociale (gli individui diventano incapaci di eseguire regole sociali, mantengono però i meccanismi di memoria e possono fare bene i conti; il soggetto non è però in grado di giocare a carte, perché perde la concezione della via vantaggiosa e quella svantaggiosa).

Danni alla corteccia parietale sinistra provocano afasia, atassia ecc; quelli alla parte destra provocano incapacità di coordinarsi in base a dove uno si trova.

Il sistema limbico è protagonista del coordinamento delle emozioni, risponde a queste; l'area associativa limbica con la corteccia motoria e premotoria regola, invece, la pianificazione del comportamento alla reazione emotiva. Danni al lobo temporale determinano problemi come: scarsa reazione emotiva, scarsa capacità di riconoscere oggetti, inibizione sessuale.

Le aree associative non sono altro che connessioni di funzioni che, sebbene singolarmente abbiano la propria specificità, necessitano di una pianificazione complessiva che crei **sinergia** tra le parti.

[1] In neuropsicologia l'arousal (dall'inglese eccitazione, risveglio) è una condizione temporanea del sistema nervoso, in risposta ad uno stimolo significativo e di intensità variabile, di un generale stato di eccitazione, caratterizzato da un maggiore stato attentivo-cognitivo di vigilanza e di pronta reazione agli stimoli esterni. (fonte: <https://it.m.wikipedia.org/wiki/Arousal>)

