



FONDAZIONE ISTUD

# Neuromarketing: dal Branding al Braining

Programma "Scienziati in Azienda" – XVII Edizione

## Project Work

*A cura di:*

Roberta Barletta

Ludovica Conforti

Leonardo Gallasio

Barbara Magri

Brunella Merante

# Sommario

<b>Introduzione</b> .....	4
<b>Il Marketing</b> .....	5
L'evoluzione del Marketing .....	5
Il Marketing strategico e le 4 P .....	5
Il cliente e il comportamento d'acquisto.....	7
<b>Il Neuromarketing</b> .....	9
La quinta P .....	9
Il neuromarketing generale.....	9
Parametri neurofisiologici e il <i>cognitive load</i> .....	10
<b>Cenni di neuroanatomia e sistema limbico</b> .....	13
Encefalo .....	13
Homunculus.....	17
La visione .....	18
Sistema Limbico.....	20
Emozioni .....	22
<b>Le tecniche di Brain Imaging</b> .....	25
<b>EEG e MEG</b> .....	26
Un po' di storia .....	26
Le basi fisiologiche.....	27
Caratteristiche del segnale EEG.....	29
EEG nel dominio del tempo e della frequenza .....	30
Dalla registrazione EEG superficiale alla stima dell'attività corticale.....	32
EEG ad alta risoluzione spaziale nel neuromarketing .....	33
Metodologia della ricerca.....	33
Analisi dell'attività cerebrale durante la visione degli spot.....	35
Modalità di cooperazione delle aree corticali .....	36
Analisi dei risultati sperimentali .....	37
Risposte cerebrali e visione di messaggi pubblicitari in TV .....	40
<b>fMRI functional MRI, risonanza magnetica funzionale</b> .....	42
Un po' di storia .....	42
Segnale BOLD.....	42
Scopi ed applicazioni .....	44
fMRI nel neuromarketing .....	44
<b>PET (Positron Emission Tomography)</b> .....	46
Principio di funzionamento .....	46

Applicazioni .....	47
Limiti .....	47
<b>I Sistemi di Eye Tracking .....</b>	<b>49</b>
La nascita dei sistemi di eye tracking .....	49
La Video-Oculografia .....	51
Applicazione dell'eye-tracking nel marketing .....	51
Cosa è possibile misurare con l'eye tracking .....	52
Visualizzare e analizzare i dati raccolti .....	54
Valutazioni: Vantaggi .....	59
Valutazioni: Svantaggi .....	59
<b>Modelli Comportamentali .....</b>	<b>61</b>
Sensory Branding.....	62
Neuroni Specchio.....	63
Product Placement .....	64
Pubblicità Occulta.....	66
<b>Interviste a key opinion leader del settore.....</b>	<b>68</b>
<b>Conclusioni .....</b>	<b>75</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>78</b>

# Introduzione

Che cosa viene in mente pronunciando la parola "mercato"?

Immaginiamo un luogo d'incontro, di scambio, di domanda e di offerta.

Il termine *marketing* prende origine dall'inglese market (mercato), cui viene aggiunta la desinenza del gerundio per indicare l'azione aziendale destinata alla vendita di prodotti e servizi.

Per ricevere un profitto da questa azione, l'azienda deve creare un valore non ancora esistente o offrirne uno migliore rispetto ad altri.

Lo strumento comunicativo del marketing è il "brand", questa parola nasce con il processo di industrializzazione che investì Europa e America durante il XIX secolo.

La parola "brand" deriva dal tedesco e ha diversi significati, più o meno tutti attinenti al "fuoco", questo perché i primi coloni tedeschi utilizzarono questo nome per indicare la marchiatura a fuoco eseguita sul proprio bestiame. In altre parole "brandizzare" significa contraddistinguere il proprio prodotto da tutti gli altri, certificando proprietà e diritti.

Secondo una definizione sociale, il marketing è un processo attraverso il quale gli individui ottengono ciò di cui hanno bisogno attraverso la creazione, l'offerta e lo scambio di prodotti e servizi di valore con gli altri.

Secondo una definizione gestionale, il marketing è stato spesso descritto come "l'arte di vendita di prodotti". Peter Drucker, un teorico leader nella gestione delle imprese, dice che "l'obiettivo del marketing è quello di conoscere e capire il cliente così bene che il prodotto o servizio lo si adatta e si vende. (1)

La scelta d'acquisto è guidata dal bisogno connesso sia all'utile razionale, sia alla sfera emotiva. Per decenni le imprese hanno utilizzato gli strumenti tradizionali di ricerca di mercato nel tentativo di determinare il motivo per cui i clienti preferiscono un prodotto rispetto a un altro: sono stati utilizzati questionari, interviste individuali con domande aperte e focus group di potenziali acquirenti, senza analizzare una componente importante: l'impulso.

Il consumatore quando sceglie può essere influenzato da un bias cognitivo, cioè la tendenza a far prevalere fattori cognitivi anche inconsci e pregressi su altri elementi sensoriali e percettivi. (2)

Oggi si avverte la necessità di comprendere come il cervello possa guidare il consumatore nella scelta d'acquisto. Giocando con le parole, lo strumento di comunicazione del marketing non è più il brand...ma il *brain*: il cervello. Il marketing soddisfa o crea i bisogni?

Il marketing sposa le neuroscienze: nasce il neuromarketing.

# **Il Marketing**

## **L'evoluzione del Marketing**

Negli anni il concetto di marketing ha subito varie modifiche, in quanto connesso strettamente al rapporto impresa-mercato e all'evoluzione dei sistemi socio-economici in cui tale rapporto si manifesta. Questa evoluzione nel tempo ha permesso di definire un ciclo vitale del concetto di marketing. Lo straordinario sviluppo economico degli anni 50, gli anni del dopoguerra, incita le imprese a puntare prevalentemente su soluzioni tecnologiche più moderne e su manodopera disponibile a basso costo. L'obiettivo diviene, pertanto, l'elevata efficienza produttiva accompagnata a un processo di distribuzione capillare dei prodotti. Prevalentemente due fattori importanti giustificano un approccio di questo genere: la domanda superiore all'offerta e un costo del prodotto alto che deve essere ridotto attraverso l'accrescimento della produttività, allo scopo di espandere il mercato e permettere a tutti di acquistare il prodotto. La gente ha bisogno di capire cosa sta comprando, quindi la comunicazione è razionale, pratica e diretta: il brand è promosso solamente nei benefit razionali.

Tuttavia, la crescita non illimitata della domanda ha comportato una capacità produttiva eccessiva e la conseguente saturazione del mercato. Le politiche di marketing cominciano a cambiare quando le imprese concorrenti aumentano e cambia l'atteggiamento del consumatore, più attento alla qualità del prodotto. Assumendo ciò, le imprese si impegnano a realizzare buoni prodotti e a migliorarli costantemente.

Una conseguenza fu un'eccessiva concentrazione sul prodotto, dimenticando spesso le vere ragioni per cui il prodotto viene acquistato.

Siamo negli anni post 60', i consumatori hanno bisogno di nuove connessioni emotive con il brand. Gli spot pubblicitari dimostrano benefit razionali attraverso strumenti emozionali, mettendo il cliente al centro dell'attenzione.

La svolta arriva negli anni 90': il prodotto è promosso interamente attraverso una connessione emotiva con il brand, non c'è nessun beneficio razionale.

Gli anni 2000 rappresentano la "nuova era" del marketing; si ribaltano le regole del gioco, in quanto l'uomo è unico, imprevedibile e predisposto al cambiamento repentino.

In un ambiente mutevole gli obiettivi devono essere presto obsoleti e prontamente modificati, per cui è necessaria una pianificazione strategica.

## **Il Marketing strategico e le 4 P**

La strategia del Marketing ruota attorno a quattro fasi principali: nelle prime due, l'azienda seleziona i clienti che intende servire (target), nelle ultime due

l'azienda sceglie la proposta di valore e come questo verrà creato per i consumatori obiettivo.

Le fasi sono:

1. **Segmentazione:** il mercato si divide in gruppi più piccoli di acquirenti con bisogni, caratteristiche e componenti diversi analizzando diverse caratteristiche (geografia, demografia, psicografia, stile di vita, fase di vita). In base all'analisi qualitativa e quantitativa del target si possono dedurre i possibili profitti futuri.  
Quanto è grande il segmento? Lo è abbastanza per supportare la mia azienda? Quanto è difficile/facile rivolgermi a questo segmento? Il segmento si espanderà in futuro? Quanto tempo dovrà passare per questa espansione? Il segmento deve essere misurabile, accessibile, grande abbastanza, per sostenere l'offerta e per prevedere il comportamento delle persone all'interno di esso.
2. **Definizione del mercato:** l'azienda valuta l'attrattività di ciascun segmento studiato e ne sceglie uno o più da penetrare. Bisogna minimizzare le diversità in ogni singolo segmento di mercato e massimizzare quelle tra segmenti differenti.
3. **Differenziazione:** l'azienda differenzia la sua offerta per creare valore ai consumatori in maniera superiore rispetto alla concorrenza. Con quale probabilità i miei concorrenti si rivolgono allo stesso segmento? Si fa un'analisi dei dati attraverso un riferimento incrociato, tra quelli di vendita interni all'azienda e i dati dei competitor che operano nello stesso settore. L'obiettivo in questa fase è la promozione di un aspetto chiave (*key driver*) del prodotto o servizio offerto, che risulta invece critico in un'azienda competitor. Qual è il valore aggiunto del mio prodotto rispetto a quelli esistenti sul mercato? Bisogna colmare *need* insoddisfatti o crearne uno specifico.
4. **Posizionamento:** è il modo in cui un prodotto trova collocazione nella mente del potenziale consumatore obiettivo. In base alla posizione mentale che si vuole andare a occupare, si definirà il prodotto. Questo processo guida tutto le fasi di marketing, inclusa la strategia.

Una volta decisa la strategia di posizionamento del prodotto, i principali attori coinvolti (i principali *stakeholders*) devono specificare le proprie strategie di marketing, ossia definire le leve principali. Le leve sono le cosiddette 4P, componenti che rappresentano il Marketing Mix. Per avviare un'attività, occorre individuare le variabili *Price* (prezzo), *Product* (prodotto), *Place* (distribuzione), *Promotion* (comunicazione). (3)

*Il prezzo rappresenta il corrispettivo in denaro che il consumatore è disposto a pagare per ricevere un determinato bene o servizio. Il prodotto è il bene o*

*servizio finale che si offre (vende) in un mercato per soddisfare determinati bisogni dei consumatori.*

La Distribuzione è l'insieme di attività necessarie a far giungere un determinato prodotto al consumatore finale, con i vari passaggi intermedi. La distribuzione avviene tramite la gestione, detta *channel management*, dei canali e dei magazzini, attraverso la logistica delle merci. La distribuzione sta diventando irreversibilmente multicanale per ogni genere di impresa; strategie di differenziazione dell'offerta, eterogeneità dei comportamenti di consumo, convergenza competitiva e nuove tecnologie spingono le imprese a sperimentare nuovi canali alternativi o complementari (internet, chioschi virtuali, ATM, call center, reti di vendita diretta, cataloghi, sistemi di televendita e così via).(4) La Comunicazione è l'insieme di attività volte a promuovere, pubblicizzare e far conoscere al mercato un'azienda o un suo determinato prodotto o servizio. L'ultima fase del processo di marketing management consiste nella realizzazione e nel controllo del piano di marketing. L'impresa deve monitorare possibili imprevisti attraverso adeguate procedure di controllo che verificano il conseguimento degli obiettivi di marketing.

## **Il cliente e il comportamento d'acquisto**

L'ambiente di marketing di un'impresa è costituito dalle forze e dai soggetti esterni che influenzano l'instaurarsi di un rapporto proficuo con il mercato obiettivo e il suo mantenimento. Si compone di un microambiente e di un macroambiente.

Il microambiente comprende, oltre all'impresa stessa, tutti i soggetti che condizionano la sua capacità di servire il cliente: fornitori, intermediari di marketing, concorrenti, operatori pubblici e clienti. Il macroambiente riguarda invece le più ampie forze sociali che influiscono sul microambiente, ossia le forze demografiche, economiche, culturali, naturali, tecnologiche e politiche. È indispensabile studiare il comportamento degli attori più importanti del microambiente: i clienti. Le caratteristiche individuali dell'acquirente influenzano la sua percezione e reazione e il processo decisionale determina il comportamento di acquisto. Il processo decisionale è composto da cinque stadi: percezione del bisogno, ricerca delle informazioni, valutazione delle alternative, decisione d'acquisto e comportamento successivo all'acquisto. Tuttavia, gli acquisti del consumatore sono fortemente influenzati da fattori culturali, sociali, personali e psicologici. La percezione è il processo mediante il quale le persone selezionano e interpretano le informazioni per creare una visione coerente e sensata del mondo circostante. L'apprendimento, invece, riguarda le variazioni nel comportamento di un individuo dettate dall'esperienza ed è il risultato dell'interazione di stimoli, impulsi, conferme e risposte. Una convinzione è, poi, un pensiero descrittivo in merito a qualcosa che può derivare da un'opinione,

una credenza o una conoscenza reale e che può presentare una componente emotiva. Mentre l'atteggiamento è la manifestazione di valutazioni, propensioni e sentimenti relativamente duraturi e coerenti di un individuo rispetto a un'idea o a un oggetto. Infine, in qualunque momento ogni persona presenta più bisogni, questi intensificandosi, si possono trasformare in motivazione (o stimolo), ossia un bisogno abbastanza impellente da spingere la persona a ricercarne il soddisfacimento. (5)

Nel 1954 uno psicologo statunitense, Abraham Maslow, cercò di spiegare il motivo per cui gli individui sono guidati da particolari bisogni in determinati momenti. Maslow espose la teoria di una gerarchia di motivazioni, che muove dalle più basse (originare da bisogni primari-fisiologici) a quelle più alte (volte alla piena realizzazione del proprio potenziale umano - autorealizzazione) attraverso la cosiddetta "piramide di Maslow".

Partendo dalla base della piramide, una volta soddisfatto, ogni bisogno cessa di essere uno stimolo e si passa al soddisfacimento del nuovo bisogno principale.(6)



Figura 1: Ordine gerarchico piramidale dei cinque bisogni di Maslow

I bisogni generano gli stimoli, questi di conseguenza, generano una risposta. Il punto di partenza dell'analisi degli operatori di marketing è il modello stimolo-risposta. Gli stimoli di marketing consistenti principalmente nelle quattro P sono trasformati in una serie di reazioni d'acquisto osservabili. Ma quali sono i motivi più profondi non solo delle loro scelte di prodotto, ma anche degli atteggiamenti maturati nei confronti dei brand e delle situazioni di acquisto? Per capirlo, dobbiamo aggiungere, come componente del Marketing Mix, una quinta P: la psiche.



# **Il Neuromarketing**

## **La quinta P**

La metodologia di ricerca convenzionale non basta per comprendere ciò che pensano veramente i consumatori, soprattutto perché le scelte e i comportamenti degli individui sono fortemente influenzati dalle loro menti irrazionali, ormai colme di pregiudizi culturali radicati nell'educazione, nella tradizione e in molti altri fattori subconsci. Tutti a volte assumiamo dei comportamenti per i quali non si ha una spiegazione logica, soprattutto in un'era come questa sovraccarica di tecnologia, ma anche di stress. Infatti, paure e insicurezze possono derivare da situazioni stressanti e non facilmente gestibili, di conseguenza l'irrazionalità del proprio comportamento aumenta esponenzialmente. Quando le persone tendono a dire cose totalmente diverse da ciò che suggerisce il loro comportamento, si vanificano una parte delle ricerche di mercato, perché si basano sulle decisioni e risposte razionali del consumatore. La mente inconscia interpreta meglio il comportamento di quanto non faccia la mente cosciente. In uno scenario così complesso è comprensibile perché le stesse strategie e le stesse tecniche di sempre (ricerca quantitativa seguita da quella qualitativa) non funzionano più. Infatti, otto nuovi prodotti su dieci falliscono nei primi tre mesi di vita (7) e si registra un bisogno repentino di turnover di prodotti. Non c'è coerenza tra le parole dei soggetti, registrate nei sondaggi, con i loro comportamenti e le loro azioni. Le vere reazioni dei consumatori si riscontrano con maggiore facilità nel cervello, in quell'intervallo di un nanosecondo fra il pensiero e la sua traduzione in parole. Si giunge così alla conclusione che il marketing, per essere efficace deve intervistare il nostro cervello e le nostre emozioni.

## **Il neuromarketing generale**

L'influenza della pubblicità inizia quando ancora non siamo venuti al mondo: il feto nel primo mese di gravidanza inizia a sviluppare una serie di preferenze; vari esperimenti hanno dimostrato che quando mancano quattro mesi alla nascita già abbiamo sviluppato nel grembo materno i sensi del gusto e dell'udito, ciò significa che se la mamma sta guardando una serie televisiva che ha una particolare colonna sonora, il feto inizia a maturare una preferenza per quella serie televisiva prima ancora di nascere (8). Spesso capita di trovarci in un negozio e di voler acquistare un marchio specifico solo per gli effetti della pubblicità che lo accompagna, per i modi di esposizione del marchio; quando siamo al supermercato, probabilmente il nostro carrello sarà già stato riempito

mentalmente. Le informazioni che ci fanno prendere decisioni si trovano nel subconscio, non nel conscio e noi sceglieremo grazie ad esse. (9). Il neuromarketing è basato sulle neuroscienze e sul marketing e ha come obiettivo la valutazione delle risposte senso-motorie, cognitive ed emotive dei soggetti agli stimoli di marketing. Questa scienza si propone di capire, a livello neurale e fisiologico, i motivi che spingono i soggetti ad optare per una determinata scelta piuttosto che un'altra. (2). Le aziende potrebbero avere uno strumento in più, da affiancare alle indagini di marketing tradizionali, per creare prodotti, servizi e campagne di marketing efficaci. In questo modo si supera il fenomeno di "desiderabilità sociale", cioè la predisposizione ad agire nel miglior modo possibile e a dare risposte che considero socialmente accettabili; inoltre, attraverso le metodiche del marketing tradizionale si presenta anche il problema legato alla discrepanza fra quello che il soggetto esprime nel questionario/intervista e quello che effettivamente pensa o compie nella realtà. Il neuromarketing è basato sul legame tra dati neurofisiologici misurabili e parametri utilizzabili come metrica per valutare stati d'animo (parametri legati, ad esempio, al livello di coinvolgimento e di affaticamento del soggetto). I parametri principali derivano dalle emozioni e dal *cognitive load* (10), studi che costituiscono quindi una base teorica generale per lo sviluppo e l'applicazione del neuromarketing.

## **Parametri neurofisiologici e il *cognitive load***

Attraverso le neuroscienze si può conoscere approfonditamente struttura, funzione, sviluppo, biochimica, fisiologia, farmacologia e patologia del sistema nervoso centrale e del periferico. Nel neuromarketing sono rilevanti gli studi compiuti sull'amigdala, regione cerebrale ritenuta in grado di elaborare in maniera complessa l'esperienza emotiva di uno stimolo ed inviare messaggi che procurano le risposte di attivazione dell'organismo. Sapere attraverso una scansione se la regione cerebrale, in cui è collocata l'amigdala, è attivata fornisce informazioni importanti riguardo al coinvolgimento di un individuo in un evento. Il *Cognitive load* è un termine riferito al carico di lavoro cerebrale necessario per l'esecuzione di un compito, o, in altre parole, alla difficoltà che un individuo deve superare per eseguire un compito, per imparare qualcosa, o per utilizzare uno strumento. Il *cognitive load* è un altro parametro utilizzabile negli studi di neuromarketing e dipende da diversi fattori. Per esempio, le persone imparano più facilmente se possono costruire sulla base di nozioni già note, cioè utilizzando uno schema, mentre è più difficile imparare se il tempo a disposizione per l'apprendimento è minore. Lo stato d'animo dei soggetti si può valutare a partire da misure di dati neurali, fisiologici e comportamentali (puntamento dello sguardo ed espressioni facciali). Sovente si impiegano congiuntamente più

tecnologie per misurare diverse tipologie di dati ed ottenere così analisi più accurate. L'aggregazione dei dati e il loro utilizzo specifico in applicazioni relative al neuromarketing, invece, solitamente sono basati su tecnologie proprietarie delle aziende, in diversi casi brevettate o in attesa di brevetto. EmSense e NeuroFocus sono le aziende che hanno conseguito o avanzato richiesta per la maggior parte dei brevetti in ambito neuromarketing (in totale circa 40 fra patents e applications).

Azienda	Sedi	Anno Fondazione	Tecnologie	Prodotti/ Servizi offerti
<b>Buyology Inc.</b>	New York, NY	2008	EEG e fMRI	Soluzioni marketing per aziende basate sul ruolo del subconscio nel processo decisionale
<b>EmSense</b>	San Francisco, Monterey, Santa Monica, CA	2004	EEG + biosensori (dispositivo proprietario) + software proprietario	Neuromarketing applicato a pubblicità, disposizione prodotti in supermercati, pagine web, packaging e videogames
<b>FKF</b>	Headquarter a Washington DC, fMRI eseguite a Los Angeles, CA	2004	fMRI + parametri biomedici	Valutazione efficacia di pubblicità stampate o video; studio intensivo del brand e della pubblicità
<b>Innerscope</b>	Boston, MA	2006	Biosensori integrati in un indumento (sistema proprietario)	Misura dello stato emotivo e della reazione agli stimoli al fine di aiutare nelle decisioni di marketing
<b>Lucid Systems</b>	San Francisco, CA	2006	EEG + biosensori, utilizza tecnologia Biopac	Neuromarketing applicato a: farmaci senza prescrizione, online media, TV e film, packaging, cibi e bevande, videogiochi, software, politica
<b>MindSign</b>	San Diego, CA	2007	fMRI, eye-tracking	Neuromarketing applicato a: pubblicità, intrattenimento, software, e politica
<b>NeuroFocus</b>	Berkeley, CA	2005	EEG + biosensori	Neuromarketing per misura dell'efficacia di pubblicità, brand, prodotti, e analisi dei competitor
<b>Neurosense</b>	Oxford, U.K.	1997	fMRI, magnetoencefalografia (MEG)	Consulenza di neuromarketing, neuroimaging, test psicologici creati ad hoc
<b>Map Brain Communication</b>	Prato, Italia	2006	EEG, utilizza apparecchiatura Galileo Mizar 40 di EBNeuro	Analisi di pubblicità, consulenza di neuromarketing, marketing tradizionale e formazione della forza vendita

Figura 2: Aziende di neuromarketing

L'impiego di tecniche, come quelle di brain imaging, permette di confrontare quello che il soggetto sperimentale esprime durante l'intervista con le aree cerebrali che effettivamente si sono attivate durante l'esperimento, delle quali il soggetto non può averne consapevolezza cosciente. In questo modo, sarà possibile individuare ed analizzare, qualora ci fossero, le dissonanze tra risposte verbali espresse e risposte cerebrali inconsce.

# Cenni di neuroanatomia e sistema limbico

## Encefalo

Lo studio del Sistema Nervoso Centrale e in particolar modo quello riguardante l'encefalo, rappresenta uno dei campi di maggiore interesse dell'era moderna. La ragione per cui si ha questa focalizzazione è per la sua estrema complessità in quanto esso è la sede da cui hanno origine tutti i comportamenti volontari di un essere umano. Basti pensare al fatto che noi, per studiarlo, lo dobbiamo utilizzare, sembra quasi un paradosso, ma in realtà è proprio questo che lo rende così complesso e affascinante al tempo stesso.

Per iniziare a comprendere come questo effettivamente funzioni è necessario fare delle suddivisioni così da poter avere una visione più completa ed ordinata. La più comune e semplice ripartizione utilizzata dai neuroscienziati, lo divide in una serie di regioni diverse che rappresentano una combinazione di: fisiologia, funzionalità e sviluppo evolutivo.

Una prima parte, definita come "cervello rettile" rappresenta la porzione che racchiude le funzioni di sopravvivenza come respirare, dormire e mangiare. La seconda, il "cervello mammifero", comprende le funzionalità associate alle emozioni sociali. Infine, la terza, il "cervello ominide" è una parte peculiare dell'essere umano in quanto comprende gran parte della nostra corteccia cerebrale che è la porzione adibita alle elaborazioni complesse o di alto livello come la capacità di fare previsioni e il linguaggio. (11)

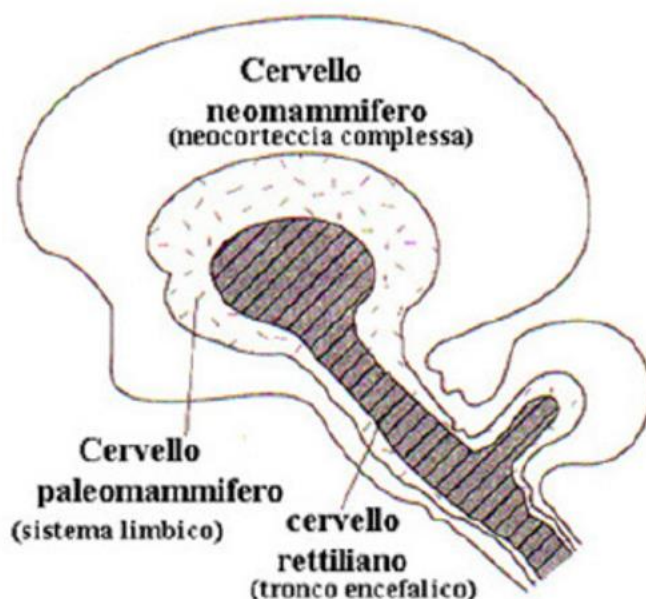


Figura 3: L'immagine rappresenta la suddivisione del cervello in "cervello rettile" che corrisponde al tronco encefalico, "mammifero" che corrisponde al sistema limbico e quello "neomammifero o ominide" che corrisponde alla neocorteccia complessa.

E' importante in questo campo tenere in considerazione che molte delle nozioni sul funzionamento del cervello sono state raccolte attraverso studi su animali in quanto la misurazione dell'attività cerebrale in maniera invasiva (elettrodi all'interno del cranio) è vietata sull'essere umano. Altre importanti informazioni vengono reperite tramite gli studi riguardanti le malattie mentali croniche e neurodegenerative, attraverso la comprensione della funzionalità di determinate aree valutando la sintomatologia dei pazienti correlata con l'area specifica colpita dalla malattia. Ad esempio, il morbo di Parkinson, nelle sue fasi iniziali, prima di intaccare la corteccia cerebrale, colpisce i gangli della base e quindi noi possiamo attribuire, ai primi sintomi della malattia, una correlazione con la funzionalità dei gangli della base. Un ulteriore esempio può essere dato da una particolare lesione ad un'area cerebrale ben definita a seguito di un trauma o un danno vascolare che comporterà una conoscenza della sua funzione.

Ritornando alla suddivisione del cervello, per quanto riguarda l'anatomia, il metodo più utilizzato è quello che lo compartimentalizza in quattro lobi sfruttando il solco laterale e quello centrale come rappresentato nella fig(2). A questa si è aggiunta una ulteriore e più specifica divisione con aree denominate "aree di Brodmann". Queste sono nate dallo studio di alcuni anatomisti dei primi anni del '900 che osservarono come vi fossero delle zone nel cervello con caratteristiche citoarchitettoniche simili e ipotizzarono come queste potessero dunque avere anche un ruolo funzionale analogo nelle le prestazioni cognitive. Sono state numerate 52 porzioni del cervello (la 52esima è presente solo nei primati) che sono state nel tempo poi confermate da analisi istologiche. Fig(4). Questi importanti lavori del secolo scorso permettono di correlare i diversi lobi con le principali aree riscontrate al loro interno.

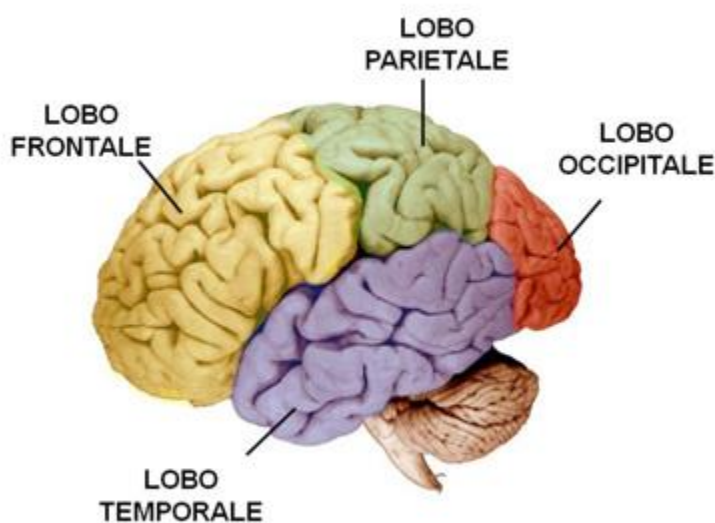


Figura 4: Rappresentazione di un cervello umano suddiviso nei quattro lobi riconoscibili dalle diverse colorazioni, lobo frontale, parietale, occipitale e temporale.

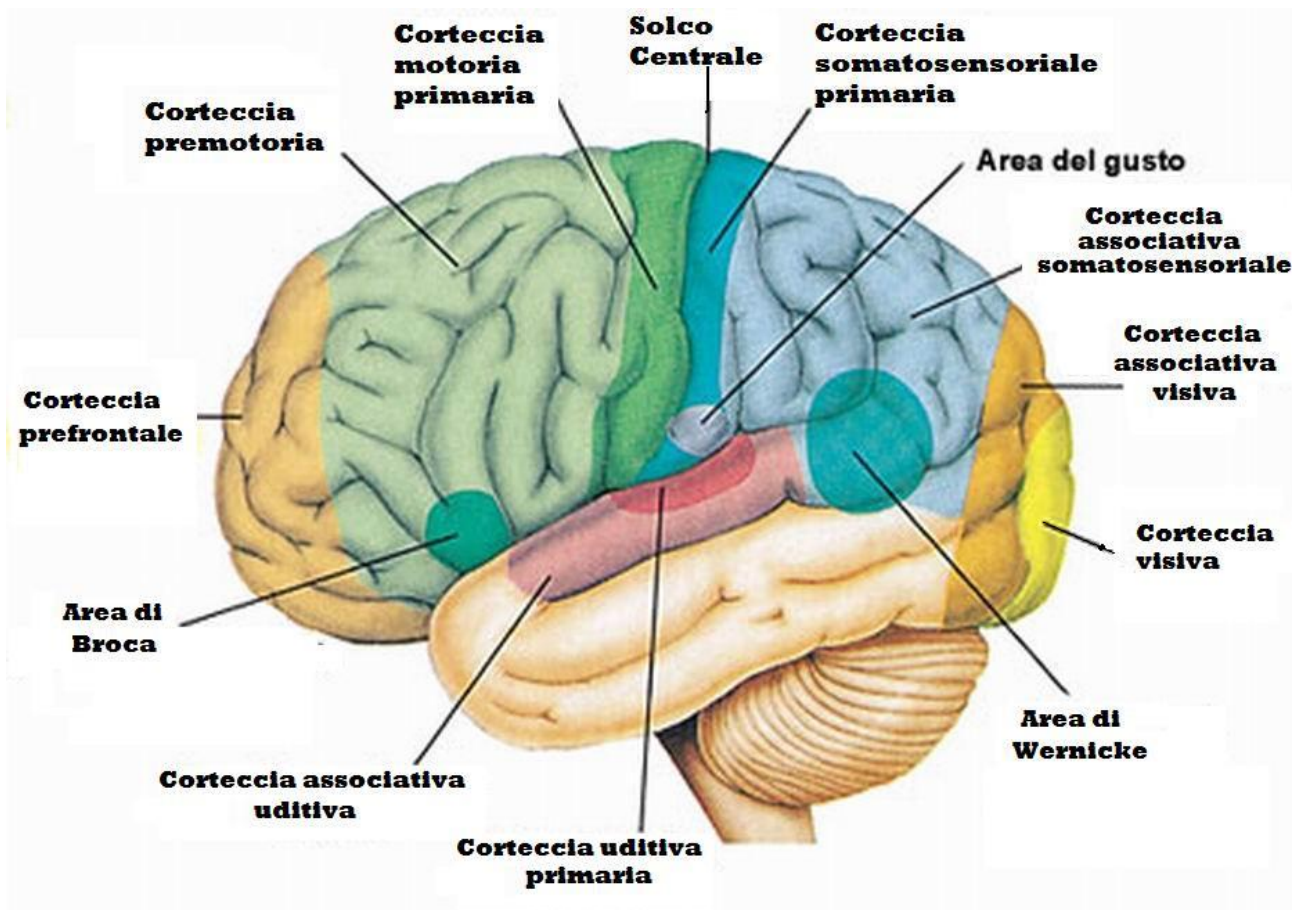


Figura 5: Rappresentazione grafica delle principali cortecce associative del nostro cervello.

Il *lobo frontale* è localizzato nella parte anteriore del cervello e contiene la corteccia motoria primaria (area 4 di Brodmann), la corteccia premotoria e supplementare motoria (entrambe localizzate nell'area 6, rispettivamente nella zona laterale la prima e in quella mesiale la seconda). Il lobo frontale ha la funzione di elaborare i pensieri e le idee che rappresentano le attività psichiche superiori (aree associative 9 e 10 di Brodmann), inoltre, partecipa ai processi di apprendimento e memoria. Nella parte sinistra, area di Broca, si formano e si controllano le parole (aree 44 e 45). Pertanto nella parte anteriore del lobo frontale (corteccia prefrontale) si svolgono funzioni cognitive superiori mentre nella parte posteriore si comandano e modificano i movimenti.

Il *lobo parietale* è localizzato nella parte superiore del cervello e contiene l'area somestesica primaria a cui afferiscono gli stimoli termici, pressori, tattili e dolorifici (Corteccia Somatosensoriale aree di Brodmann 3,2,1). La porzione destra controlla le attività visuospatiali, ovvero attività non verbali come la ricostruzione di un'immagine visiva orientata nello spazio, la percezione della traiettoria di un oggetto in movimento e della posizione delle varie parti del corpo. La porzione sinistra, invece, controlla la comprensione del linguaggio parlato e scritto (Circonvoluzione sopramarginale area di Brodmann 40, una sua

lesione può causare afasia recettiva), la memoria delle parole e le capacità matematiche. Le operazioni di integrazione e elaborazione delle informazioni somatosensoriali avvengono nelle aree Associative 5 e 7 di Brodmann.

Il *lobo temporale* è situato nella parte inferiore degli emisferi cerebrali ed è sede dell'area acustica (Corteccia acustica aree 41 e 42 di Brodmann). Elabora l'affettività, le reazioni con i comportamenti istintivi, il riconoscimento visivo, la percezione uditiva e la memoria. La porzione destra permette di comprendere l'intonazione del discorso e la sequenza dei suoni. Il lobo temporale sinistro, invece, comprende il linguaggio parlato e discrimina le parole da utilizzare (area di Wernicke, 39 e 40 di Brodmann). Parte integrante dei lobi temporali è il sistema limbico.

Il *lobo occipitale* è situato nella parte posteriore del cervello e la sua attività principale è quella di elaborare la visione (Corteccie visiva primaria area 17, Corteccia visiva secondaria area 18 e Corteccia visiva associativa area 19). Vi risiedono neuroni specializzati nel riconoscimento e nell'elaborazione dei particolari di un'immagine. Nei lobi occipitali vengono integrate tutte le informazioni visive, comprese quelle che influenzano la postura e l'equilibrio.  
(11)(12)

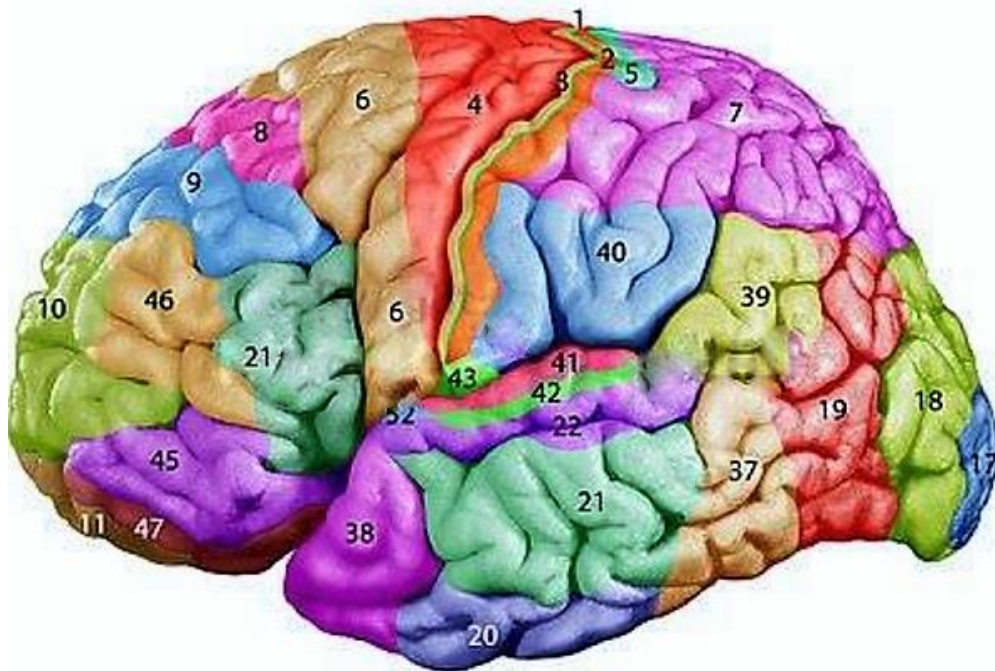


Figura 6: Nella figura vengono rappresentate le 51 aree di Brodmann che suddividono il cervello umano.



## Homunculus

Avendo creato una visione generale del cervello e delle sue funzioni si può procedere andando ad analizzare alcuni suoi aspetti di interesse al fine di comprendere al meglio i suoi meccanismi.

Soffermando l'attenzione sulla stimolazione sensoriale a cui siamo soggetti sia dall'esterno (esterocettive) sia dal nostro stesso corpo (propriocettive), questa può provenire da diverse parti, per esempio le informazioni visive arrivano dall'area di Brodmann 19, situata nella corteccia occipitale; mentre tutte le informazioni sensitive provenienti dalla mano sono concentrate in una regione specifica laterale delle aree di Brodmann 3,2,1. Tutti questi diversi input della sensibilità somatica vengono proiettati in porzioni ben definite della circonvoluzione postcentrale cerebrale andando a creare una organizzazione spaziale che prende il nome di "rappresentazione somatotopica". In funzione di queste considerazioni, il neurologo Wilder Penfield nella metà del XX secolo creò uno schema che mostra la rappresentazione del corpo a livello dell'area somato sensitiva primaria: "*l'homunculus sensitivus*". Esso, come si può osservare nella figura (XXX) sembra raffigurare una caricatura del corpo umano, in quanto l'estensione delle varie parti del corpo rappresentate è proporzionale al livello di innervazione di queste e non alla loro reale dimensione nella realtà.

Questa rappresentazione è stata poi sviluppata anche per la corteccia motoria primaria ricreando lo stesso principio proporzionale e gli è stato dato il nome di "*homunculus motorius*".

Risulta interessante notare alcune peculiarità di questi schemi creati da Panfield come per esempio la superficie che occupa la mano in entrambi gli homunculus. Come si può osservare questa è estremamente sproporzionata rispetto ad altre parti del corpo andando così a sottolineare quanto essa sia importante per l'essere umano.

Curiosa è la motivazione per cui i piedi vengono considerati come delle zone erogene; come si può notare dalla figura questi vengono a posizionarsi vicino ai genitali nell'*homunculus sensitivus* inducendo questa risposta fisiologica. (13)

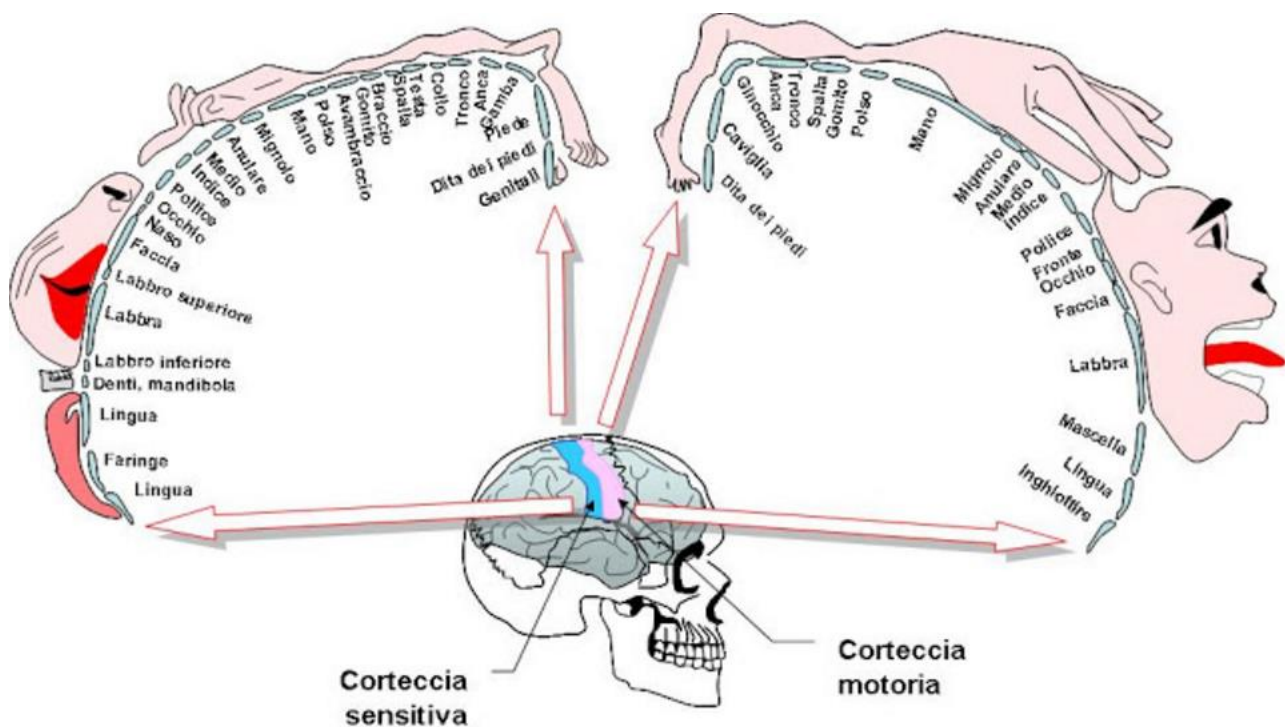


Figura 7: Nella porzione A dell'immagine è rappresentato l'omunculus sensitivo della corteccia sensitiva primari, mentre nella figura B vi è l'omunculus motorio della corteccia motoria primaria.

## La visione

Nella visione è complesso diversificare ciò che realmente percepiamo da ciò che invece è semplicemente un'interpretazione del nostro cervello. Già Plinio il Vecchio, nel *Naturalis historia*, affermò come il vero organo della visione non fosse l'occhio in sé ma la nostra mente, concetto sicuramente all'avanguardia, ripreso nel secolo scorso dal neurologo Oliver Sacks ne "L'occhio della mente". Altre teorie ipotizzate in questo campo sono man mano decadute, come per esempio quella che presupponeva che le immagini si formassero punto per punto a creare una fotografia della realtà. Più si approfondisce questo campo e più si comprende come la visione di alcuni oggetti e non solo, sia un'enorme integrazione che va al di là dei dati sensoriali percepiti, ma prende in considerazione altri fattori che fino a poco tempo fa non si pensava nemmeno potessero avere a che fare con essa, come la cultura, lo stato d'animo e la conoscenza dell'osservatore. Tutte queste considerazioni portano a traslare la definizione di visione veicolandola dall'essere il mezzo con il quale noi fisicamente ricreiamo il mondo esterno ad essere la fonte della nostra percezione del mondo esterno suffragato di tutte le nostre componenti situazionali.

Il processo fisiologico della visione ha inizio nella retina dell'occhio dove vi è un'eccitazione di milioni di recettori sensibili alla luce (fotorecettori) per poi proseguire nel nervo ottico dove si divide precocemente in una parte laterale, che convoglia le fibre a partenza dall'emiretina temporale, e in una mediale, che

contiene le fibre provenienti dall'emiretina nasale. Le due porzioni mediali dei nervi ottici si incrociano a livello del chiasma ottico e divengono controlaterali, mentre le porzioni laterali rimangono omolaterali. Questo rappresenta il substrato anatomico per cui noi "vediamo" con l'emisfero destro le immagini presenti nell'emicampo visivo sinistro e viceversa. Le fibre nervose, dopo la decussazione a livello del chiasma, proseguono nei tratti ottici fino al corpo genicolato laterale, che rappresenta la penultima stazione delle vie visive. Dal corpo genicolato partono le radiazioni ottiche dirette alle aree visive della corteccia cerebrale.

Queste aree hanno poi il compito di selezionare le informazioni di maggior rilevanza a loro arrivate e di attenuare o eliminare quelle considerate ridondanti. E' ormai appurato che il processo appena descritto destinato alle cortecce associative superiori (centri di elaborazione di più informazioni provenienti da aree diverse del cervello), svolge un ruolo nella percezione di tutti gli aspetti della realtà (forma, colore, movimento, profondità...), infatti l'analisi degli stimoli avviene in modo sempre più complesso più si sale nella gerarchia di aree e centri nervosi arricchendosi man mano di nuove informazioni che vengono sempre più elaborate e rielaborate fino a raggiungere il movimento e la tridimensionalità. Interessante, per sottolineare la complessità di questo sistema sensoriale, è considerare il suo sviluppo ontogenetico. Esso è estremamente lento a causa del fatto che prima di svilupparsi vi deve essere un influsso ambientale che modelli la plasticità neuronale stabilendo con precisione la posizione delle fibre nervose e delle sinapsi. Questo risulta completamente a sé stante rispetto agli altri sistemi sensoriali che emergono uno dopo l'altro nei bambini con una sola parziale influenza genetica. (13)(14)

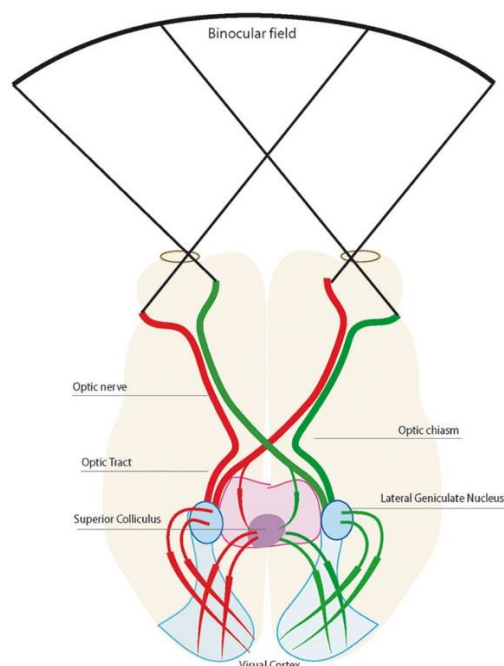


Figura 8: Rappresentazione schematica del processo visivo con le diverse componenti implicate.

## Sistema Limbico

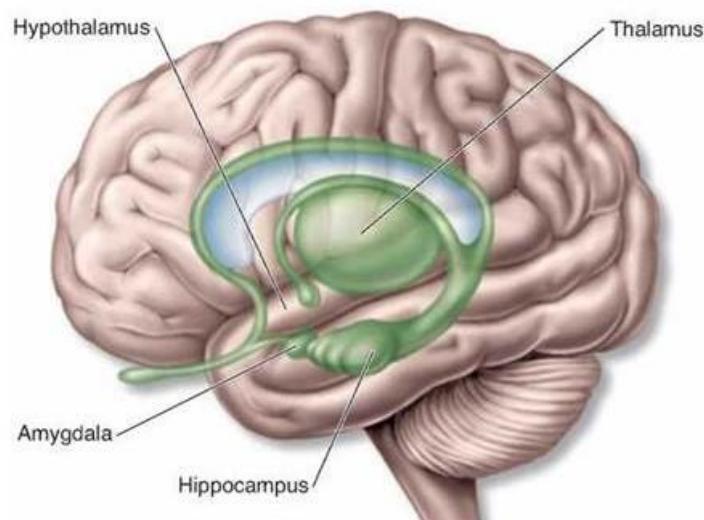


Figura 9: Rappresentazione grafica delle quattro strutture che compongono il sistema limbico: talamo, ipotalamo, ippocampo e amigdala.

Il cervello umano presenta una struttura che ha sempre affascinato e riscontrato molto interesse nei ricercatori: il sistema limbico, che si ritiene essere la sede delle emozioni che regolano molti comportamenti umani.

Esso presenta una peculiare posizione anatomica, si localizza al confine tra il margine mediale degli emisferi e il diencefalo.

La sua composizione presenta molte strutture cerebrali differenti con intricate connessioni neurali: l'amigdala, l'ippocampo e i gangli della base che proiettano in ultimo all'ipotalamo, anch'esso facente parte del sistema stesso.

Riguardo alle afferenze, ovvero le vie che confluiscono al sistema limbico, esse provengono dalle aree corticali associative parieto-occipitali che presiedono al controllo dei comportamenti istintivi primitivi, di quelli finalizzati, dell'omeostasi e a molte funzioni psichiche quali olfatto, memoria a lungo termine, comportamento e emotività.

Le proiezioni, invece, che dipartono da questo sistema, raggiungono il nucleo accumbens nei gangli della base e quest'ultimo va ad influenzare le risposte motorie adeguandole alle informazioni che riceve.

*Amigdala:* Si localizza nella parte anteriore del lobo temporale mediale. Essa presenta vari aggregati di cellule nervose specializzate in diverse importanti funzioni neuropsicologiche. Al suo interno vi sono diversi nuclei, aventi a loro volta differenti funzioni e connessioni.

Il nucleo mediale riceve informazioni sensoriali e le proietta al proencefalo basale e all'ipotalamo.

I nuclei laterali o basolaterali ricevono afferenze sensoriali dalla corteccia cerebrale, dal talamo e dall'ippocampo e poi le trasmettono al talamo e al nucleo striato dei gangli della base.

Il nucleo centrale proietta a molte aree sottocorticali del cervello necessarie per la creazione di risposte comportamentali agli stimoli emotigeni (es. ipotalamo laterale che induce l'aumento della frequenza cardiaca e della pressione; locus ceruleus che aumenta la vigilanza), motivo per cui è direttamente implicato nell'elaborazione dei sentimenti e delle emozioni.

Il nucleo basale, infine, riceve afferenze dai nuclei laterali e smista le informazioni agli altri nuclei dell'amigdala.

Per quel che invece riguarda l'aspetto prettamente funzionale, essa rappresenta l'archivio della nostra memoria emozionale ovvero è in grado di collegare le esperienze che vengono a verificarsi al momento, con quelle già accadute nel passato se queste presentano dei punti chiave comuni.

Oltre alla memoria emozionale, l'amigdala sta alla base delle reazioni emotive in generale, soprattutto di quelle che si possono definire "grezze", ovvero quelle che si vengono a verificare in modo indipendente dal pensiero cosciente e lo precedono. Tutto questo si verifica in quanto gli stimoli provenienti dagli organi di senso, raggiungendo il talamo, si biforcano andando dapprima a contattare (sinaptare) l'amigdala e successivamente la neocorteccia. Questo permette all'amigdala di indurre una risposta ai diversi stimoli prima che avvenga l'elaborazione complessa da parte della neocorteccia. Questa viene a presentarsi sottoforma di un rilascio di ormoni che possono innescare diverse reazioni come per esempio quella di combattimento o fuga.

*Ippocampo*: Si localizza nella zona mediana di ciascun lobo temporale. La sua struttura è simile a quella di un cavalluccio marino, come anche il nome stesso richiama, e presenta diverse sottostrutture al suo interno. La porzione ventrale è costituita da un'introflessione corticale detta "corno d'Ammon" che riveste il giro dentato. Quest'ultimo è costituito da una fascia di sostanza grigia adiacente al corpo calloso che è suddivisa in tre regioni con confini citoarchitettonici ben definiti (regioni CA), che presentano peculiari specializzazioni neurochimiche. Alla base dell'ippocampo è situato il subiculum, zona di transizione attraverso cui passano le vie afferenti ed efferenti che collegano il giro dentato con la circonvoluzione dell'ippocampo, situata sulla faccia inferiore del cervello.

Riguardo alle sue implicazioni funzionali non si hanno ancora certezze, ma ad oggi si vede un suo ruolo nella memoria episodica, ovvero quella che comprende gli avvenimenti della nostra vita (a lungo termine); nell'orientamento spaziale tramite mappe cognitive e in modo secondario nell'olfatto. (12)(13)(15)



Figura 10: Rappresentazione 3D a sinistra dell'ippocampo e a destra dell'amigdala.

## Emozioni

Fino ad ora è stata analizzata la componente anatomica-funzionale delle emozioni e delle strutture ad esse implicate; il passaggio successivo prevede una loro analisi dal punto di vista fisiologico al fine di comprendere come queste effettivamente si vengano a generare.

Il termine "emozione" viene definito come risposta biologica e comportamentale indotta da stimoli opportuni o da situazioni che vengono ritenute personalmente rilevanti.

Nei vari studi sono state presentate diverse teorie al riguardo:

La teoria del "senso comune" (James-Lange) esprime come l'emozione sia dovuta a una risposta ad uno stimolo fisiologico. Es. siamo tristi perché piangiamo.

La teoria "Cannon-Bard" (Cannon-Bard) secondo cui le componenti soggettive e fisiologiche dell'emozione sono simultanee.

La teoria dei "due fattori" (Schachter) spiega come il processo emotivo sia determinato da due step: uno stimolo emotivo e una elaborazione corticale che ne determina l'intensità. (16)

Nel 1937 Papez, anatomista statunitense, creò un circuito che in seguito andò ad essere definito come "cervello emozionale" in quanto presentava al suo interno tutte le connessioni e le strutture implicate nei processi emozionali. Il giro del cingolo riceve afferenze dalla corteccia frontale (razionale) e dalla corteccia orbitofrontale (istintiva). Il giro del cingolo va poi a proiettare alla formazione ippocampale che, attraverso il fornice, manda informazioni ai corpi mamillari, questi a loro volta tramite il tratto mamillo-talamico proiettano al talamo che andrà poi a chiudere il circuito sinaptando con il giro del cingolo. Fig 11. (17)

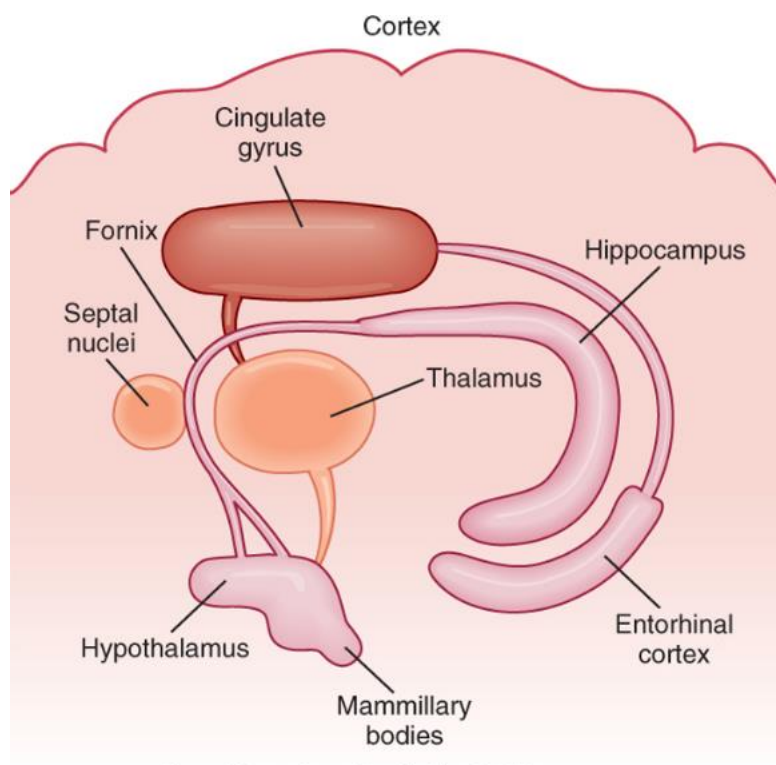


Figura 11: Rappresentazione schematica del circuito di Papez con tutte le strutture implicate.

Sempre tenendo in considerazione le risposte fisiologiche e le emozioni, si può andare ad analizzare il processo di stimolazione condizionata. Questa prevede la presenza di uno stimolo sensoriale condizionato (es. sonoro) e di uno non condizionato (es. scossa elettrica), a seguito di continue esposizioni correlate di questi stimoli, si avrà un momento in cui il solo stimolo sonoro indurrà una reazione-emozione di risposta, per esempio di paura. L'integrazione di questo processo avviene a livello dell'amigdala, (nucleo basolaterale) che proietta al nucleo centrale che a sua volta, tramite le sue connessioni con molte componenti del cervello, andrà a indurre delle risposte fisiologiche; in questo caso (paura) si avrà aumento della frequenza cardiaca, aumento della pressione sanguigna, aumento frequenza respiratoria e secrezione adrenergica.

Un'altra importante struttura che si può prendere in considerazione per ciò che concerne le emozioni, ma soprattutto la personalità, è la corteccia orbitofrontale. Un famoso caso che ha portato alla luce il suo funzionamento e le sue implicazioni è quello di Phineas Gage. Egli era un operaio statunitense addetto alle ferrovie che, mentre inseriva una carica esplosiva in una roccia che doveva essere eliminata perché ostruiva il passaggio dei treni, rimase coinvolto nell'esplosione. Questa fece sì che il ferro di pigiatura che Gage stava utilizzando per compattare la polvere da sparo lo colpì attraversando la parte anteriore del suo cranio, provocando un grave trauma cranico che interessò i lobi frontali del cervello.

Lui sopravvisse all'incidente e già dopo pochi minuti era di nuovo cosciente e in grado di parlare. Dopo tre settimane poteva già rialzarsi dal letto e uscire di casa in maniera del tutto autonoma. La sua personalità però aveva subito radicali trasformazioni, al punto che gli amici non lo riconoscevano, in quanto divenuto intrattabile e incline alla blasfemia. Successivamente visse ancora altri 12 anni dopo l'incidente.

Da questo caso sono stati portati alla luce molti dati che hanno dimostrato come la corteccia prefrontale avesse un importante ruolo per quel che riguarda la sfera emotiva, motivazionale, nell'apprendimento, nei meccanismi di inibizione e nella sensibilità agli stimoli nocivi. Questi dati hanno poi gettato le fondamenta ai trattamenti che furono sperimentati su pazienti psichiatrici: dissociazione del lobo frontale dal resto del cervello (lobotomia prefrontale del rompighiaccio) inducendo un radicale cambio della personalità dei soggetti. (18)

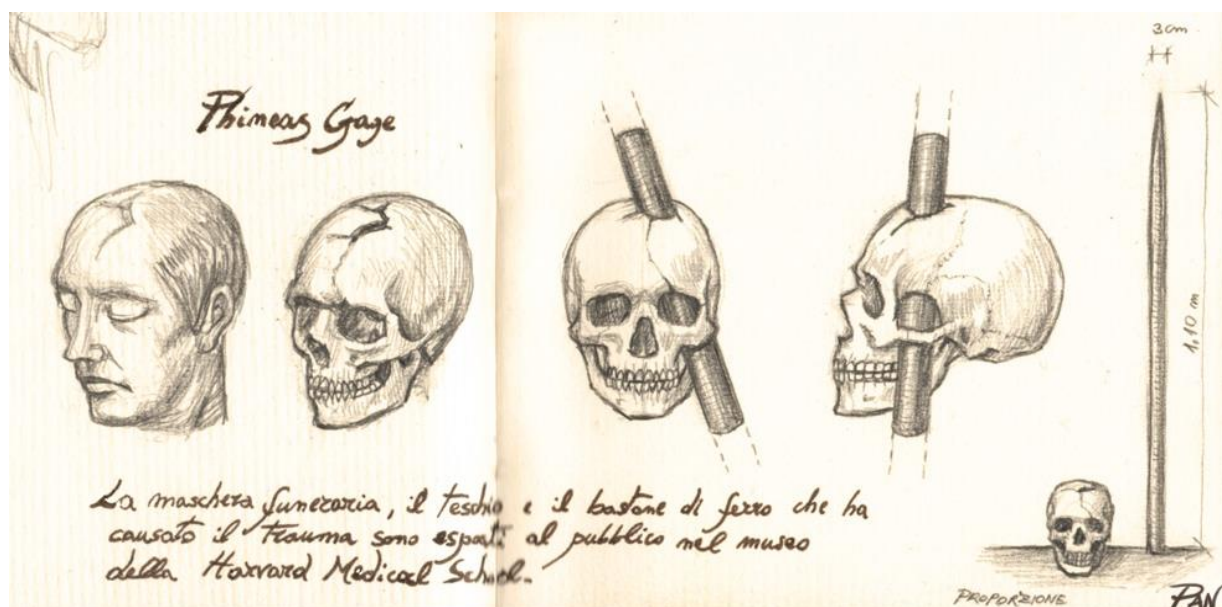


Figura 12: Disegno rappresentativo delle proporzioni del palo in acciaio che trapassò il cranio di Phineas Gage andando poi a distruggere una porzione del suo lobo frontale.



# Le tecniche di Brain Imaging

Negli ultimi 20 anni, la ricerca scientifica ha generato un insieme di strumenti di analisi dell'attività cerebrale parzialmente o totalmente "*non invasivi*". Si tratta di strumenti che forniscono direttamente o indirettamente delle immagini dell'attività cerebrale del cervello del soggetto durante l'esecuzione di un compito sperimentale. Tali strumenti, detti strumenti di "*Brain Imaging*" forniscono immagini dell'attività cerebrale mediante falsi colori su immagini reali della struttura cerebrale. L'impiego di tali strumenti consente ai neuroscienziati di osservare, come in una mappa di una località geografica, le aree del cervello più attive (più colorate) durante un particolare compito sperimentale. Le immagini dell'attività cerebrale ottenute dalle diverse tecniche di Brain Imaging presentano una risoluzione spaziale e temporale molto diverse tra loro.

La risoluzione spaziale è un parametro importante per caratterizzare le diverse metodiche di Brain Imaging. Si definisce risoluzione spaziale la distanza minima alla quale il metodo di Brain Imaging può riconoscere due attività cerebrali distinte. Più tale distanza è piccola, più il metodo di brain imaging considerato è potente.

Attualmente le principali metodiche di Brain Imaging più comunemente impiegate nelle neuroscienze sono le seguenti: l'elettroencefalografia (EEG), la magnetoencefalografia (MEG), la Tomografia ad Emissione di Positroni (Positron Emitted Tomography; PET) e la risonanza magnetica funzionale (functional, Magnetic Resonance Imaging; fMRI).

L'EEG è la tecnica più antica ed utilizza degli elettrodi aderenti allo scalpo per misurare l'attività elettrica in corrispondenza di uno stimolo o di una risposta comportamentale. Si tratta di un metodo che permette di monitorare in modo diretto l'attività cerebrale e presenta una risoluzione temporale eccellente in quanto dell'ordine del millisecondo. Purtroppo, la risoluzione spaziale non è elevata, tuttavia è stata migliorata mediante l'utilizzo di un numero sempre maggiore di elettrodi. I principali vantaggi dell'EEG rispetto alle altre metodiche di Brain Imaging sono lo scarso impatto sul soggetto e la sua portabilità. Prende il nome di "EEG ad alta risoluzione spaziale" un corpo di tecniche che comprende l'impiego di modelli matematici accurati delle principali strutture della testa, rilevanti dal punto di vista della trasmissione del potenziale dalla corteccia cerebrale allo scalpo. L'impiego dell'EEG ad alta risoluzione spaziale consente, mediante l'applicazione di un insieme di tecniche matematiche, di visualizzare l'attività cerebrale con una risoluzione temporale dell'ordine dei millisecondi ed una risoluzione spaziale dell'ordine dei centimetri quadri.

La MEG misura le variazioni del campo magnetico indotto dal variare del campo elettrico a seguito dell'attivazione cerebrale. Tale metodica presenta risoluzione spaziale e temporale paragonabile a quelle della tecnica EEG tradizionale, ma presenta un forte svantaggio relativo al costo di acquisto. La MEG richiede una

spesa di alcuni milioni di euro, per contro un sistema EEG ha un costo modesto di circa 20 o 30000 euro.

La PET può misurare il consumo di ossigeno o glucosio da parte delle cellule cerebrali. La risoluzione temporale è da valutarsi nell'ordine dei minuti.

La tecnica più innovativa ed attualmente anche quella più utilizzata è la fMRI che prevede la misura del flusso sanguigno cerebrale. Tale flusso rappresenta un ragionevole indicatore dell'attività cerebrale in quanto più una regione cerebrale è attiva, più il flusso di sangue verso tale regione aumenta. La tecnica dell'fMRI presenta un'elevata capacità di discriminare spazialmente attività cerebrali differenti anche molto vicine fra loro, la risoluzione spaziale di tale metodica è dell'ordine di alcuni millimetri. Dal momento che la fMRI si basa sull'aumento del flusso ematico cerebrale in seguito all'aumento della richiesta di nutrienti generata dal tessuto neuronale attivo, la risoluzione temporale di tale tecnica è dell'ordine dei secondi.

Si osserva che le tecniche di Brain Imaging si limitano alla misurazione dell'attività corticale di "circuiti" costituiti da migliaia di neuroni. Attualmente, non esiste uno strumento di Brain Imaging non invasivo che possa restituire immagini dell'attività cerebrale di agglomerati di decine di neuroni.

## **EEG e MEG**

### **Un po' di storia**

Verso la fine del XVIII secolo, Luigi Galvani e Alessandro Volta con i loro studi sperimentali di elettrofisiologia posero le basi per la comprensione delle proprietà elettriche di alcuni tessuti in particolare quello nervoso e quello muscolare. Contemporaneamente George Ohm e Michael Faraday svilupparono la conoscenza dei fenomeni elettrici, dei conduttori, delle interazioni tra campi elettrici e magnetici.

Verso la fine del XIX secolo Richard Caton fu in grado di registrare l'attività elettrica del cervello di alcuni animali e le sue modificazioni in relazione agli stati di sonno, veglia, anestesia e morte; per questo è riconosciuto come lo scopritore dell'EEG.

Risale al 1913 la prima rappresentazione fotografica dei segnali EEG per opera di Pravdich Nemisky; infatti fino ad allora i potenziali evocati erano descritti, ma non rappresentati attraverso forme d'onda con base temporale.

Nel 1924 Hans Berger ottenne un EEG da un ragazzo di 16 anni nel corso di un intervento di trapanazione cranica. Gli elettrodi utilizzati in prima istanza da Berger (aghi di acciaio con bagni di zinco) da inserire nel tessuto sottocutaneo

si rivelarono inadeguati alla qualità di registrazione e furono da lui stesso modificati in modo da diminuire la resistenza elettrodo-cute.

Successivamente furono Adrian e Matthews coloro che misero a punto un sistema a tre canali in cui ciascun canale era provvisto di un amplificatore differenziale permettendo la registrazione simultanea e nel contempo indipendente da varie aree cerebrali.

Nel 1934 Jasper utilizzò un sistema di sonde e di registrazione avanzato che tutt'ora viene utilizzato senza sostanziali modifiche.

## Le basi fisiologiche

I segnali bioelettromagnetici generati dai neuroni della corteccia cerebrale possono essere registrati mediante due tecniche: l'elettroencefalografia (EEG) e la magnetoencefalografia (MEG).

L'EEG registra variazioni del campo elettrico generato da gruppi di neuroni piramidali (Figura 13) . Tali neuroni, che si trovano a livello della corteccia cerebrale, presentano corpi cellulari grandi di forma piramidale e posseggono lunghi dendriti provvisti di spine (Figura 14). Si tratta di neuroni eccitatori di proiezione i cui assoni vanno a terminare in altre regioni cerebrali e nel midollo spinale.

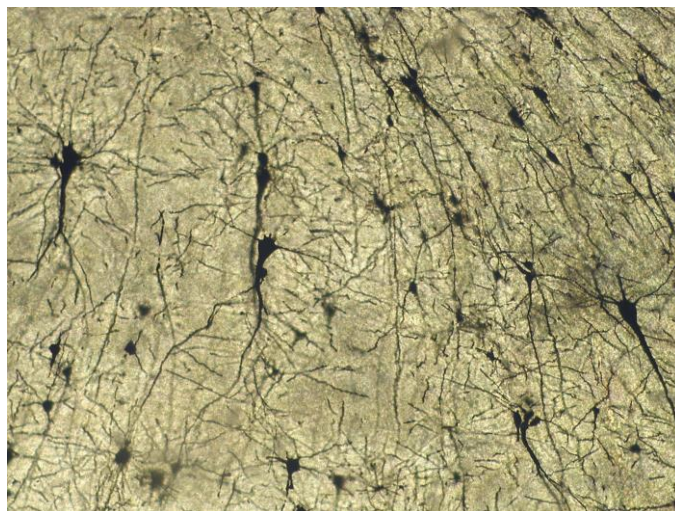


Figura 13: Neuroni Piramidali Corteccia cerebrale, neuroni piramidali. Presentano il pirenoforo a forma di piramide (da cui il nome), l'assone e numerosi dendriti. Colorazione: impregnazione argentea, metodo nero di Golgi.

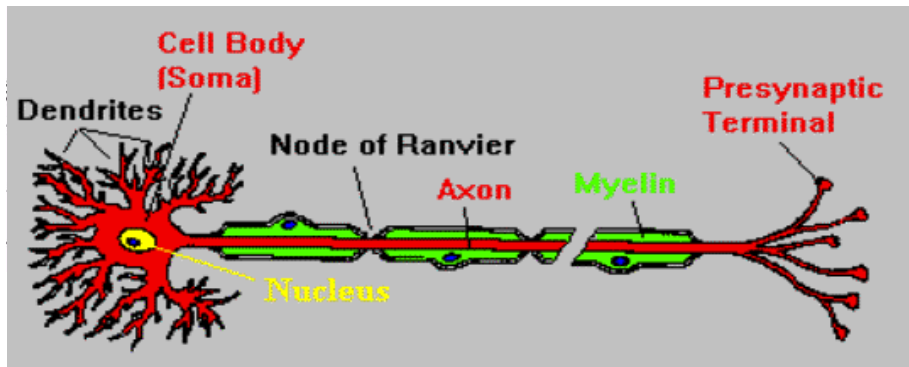


Figura 14: Rappresentazione schematica di un neurone piramidale

La MEG invece registra le variazioni del campo magnetico indotto dal variare del campo elettrico generato dai neuroni piramidali.

I segnali EEG e MEG sono quasi esclusivamente prodotti da potenziali postsinaptici (eccitatori o inibitori) e non dai potenziali d'azione. Infatti ciò che si registra è il flusso di corrente extracellulare che si origina quando la depolarizzazione della membrana dei dendriti apicali genera una differenza di potenziale tra due zone (Figura 15).

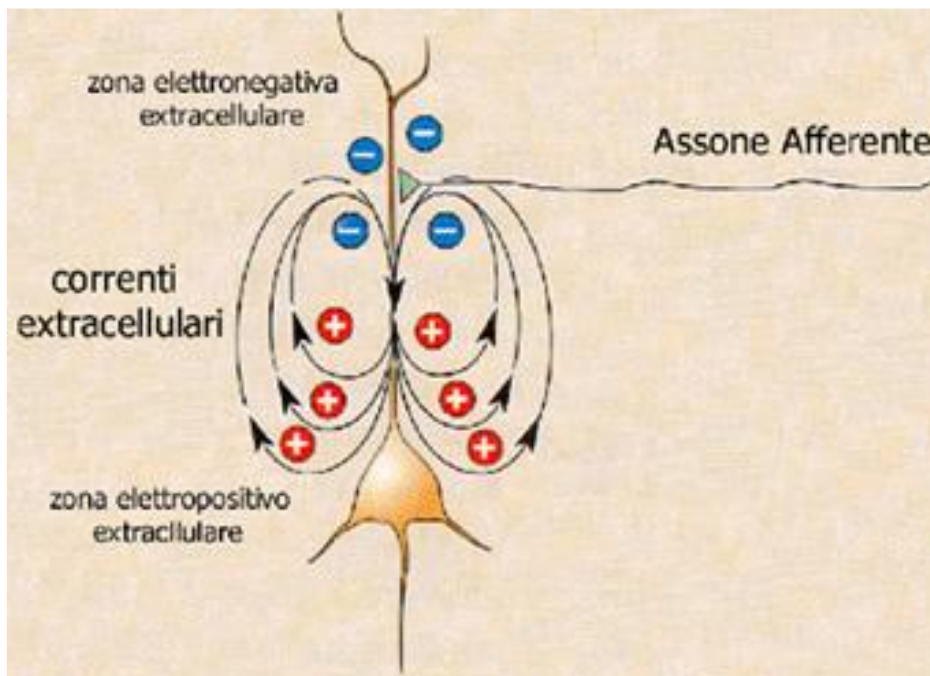


Figura 15: In presenza di depolarizzazione della membrana di dendriti apicali si registra una differenza di potenziale tra due zone, con conseguente flusso di corrente extracellulare.

Una regione per cui i segnali EEG e MEG sono prodotti da segnali postsinaptici e non dai potenziali d'azione riguarda il fatto che l'ampiezza del campo elettrico e magnetico prodotto dalla propagazione di un potenziale d'azione diminuisce molto più rapidamente dell'ampiezza dei campi prodotti dai potenziali postsinaptici. Inoltre bisogna anche considerare che la durata dei potenziali d'azione è molto breve, nell'ordine di 1ms, e per produrre un'attività registrabile in modo non invasivo si dovrebbe avere un alto livello di sincronizzazione tra diversi neuroni per rendere possibile una sommazione spazio-temporale dei potenziali d'azione. I flussi di correnti sinaptiche sono più lenti (10-40 ms) e, anche in assenza di una perfetta sincronizzazione, questi potenziali possono sommarsi più efficacemente dei potenziali d'azione e creare differenze di campi elettrici e magnetici sufficientemente ampi da poter essere rilevabili.

## Caratteristiche del segnale EEG

Il segnale EEG viene caratterizzato in base a: ampiezza, morfologia, topografia, simmetria/asimmetria ed sincronia/asincronia.

L'ampiezza di un segnale EEG può variare tra 10 e 500  $\mu\text{V}$ . In genere, si definiscono: segnali a *bassa* ampiezza quei segnali con ampiezza inferiore a 30  $\mu\text{V}$ ; segnali a *media* ampiezza quei segnali con ampiezza compresa tra 30 e 70  $\mu\text{V}$  ed segnali ad *alta* ampiezza quei segnali con ampiezza superiore a 70  $\mu\text{V}$ .

Un segnale EEG può presentare caratteristiche di polimorfismo oppure di monomorfismo. Per *polimorfismo* si intende la successione di potenziali appartenenti alla stessa banda di frequenza, ma che si presentano con periodicità non regolare e con un'ampiezza spesso diversa da una componente all'altra. Invece per monomorfismo si intende la successione regolare di potenziali aventi esattamente la stessa frequenza e spesso anche la stessa ampiezza.

Per *topografia* si intende la definizione delle aree cerebrali in cui un evento elettrico si manifesta. La topografia viene identificata facendo riferimento alla classica distinzione anatomica degli emisferi cerebrali in lobo frontale, parietale, occipitale e temporale di destra e di sinistra.

Inoltre, due segnali EEG possono essere simmetrici oppure asimmetrici. Si definiscono *simmetrici* quei segnali che si presentano su entrambi gli emisferi (anche se in tempi successivi) e che presentano le stesse caratteristiche di frequenza, ampiezza e durata. Invece, sono *asimmetrici* quei segnali che si verificano solo a carico di un emisfero o, se bilaterali presentano caratteristiche diverse sui due lati.

Per quanto riguarda la *sincronia*, essa riguarda il momento di comparsa di determinati eventi elettroencefalografici. Si definiscono *sincroni* quegli eventi

che si verificano contemporaneamente sui due lati; per contro sono *asincroni* quegli eventi che si verificano in tempi diversi.

## EEG nel dominio del tempo e della frequenza

La registrazione di un brano di segnale EEG avviene mediante l'impiego di elettrodi aderenti sulla superficie dello scalpo. Tale segnale è assimilabile ad un processo casuale in quanto risulta generato dalla sovrapposizione casuale dei campi elettromagnetici prodotti dai potenziali postsinaptici dei neuroni attivi all'interno del volume di prelievo.

Mediante l'impiego di un EEG convenzionale possono essere registrate sullo scalpo diverse forme d'onda. Tali forme d'onda EEG sono rappresentate in Figura 16. Le diverse forme d'onda sono associate ai diversi stati mentali come l'attenzione e la concentrazione; ai diversi livelli di coscienza come il sonno ed il sonno REM ed alcuni disturbi patologici come l'epilessia ed il tumore cerebrale. Nella figura 17 sono presentate diverse forme d'onda EEG che sono in relazione a particolari stati mentali dei soggetti da cui sono state prelevate.

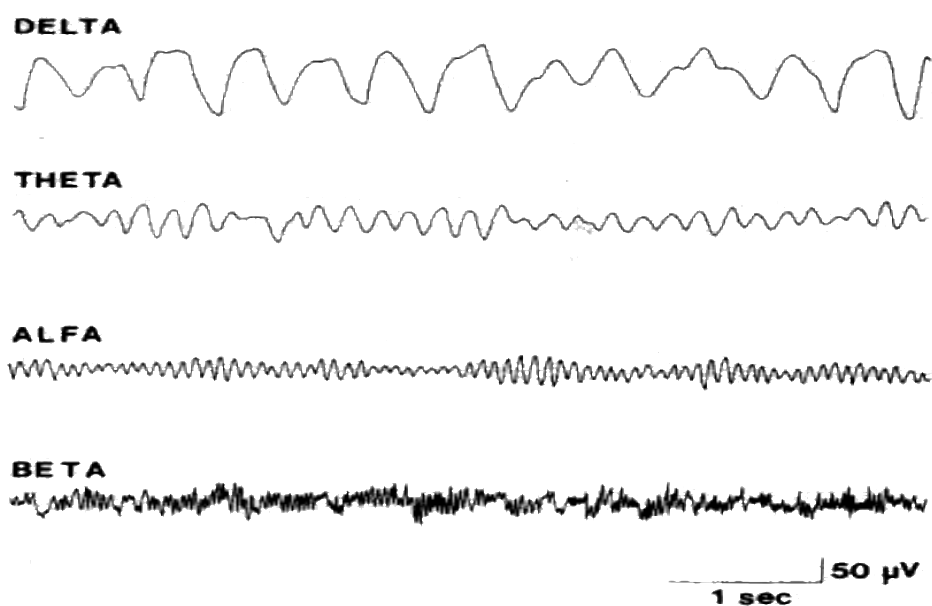


Figura 16: Ritmi EEG in base alla loro frequenza

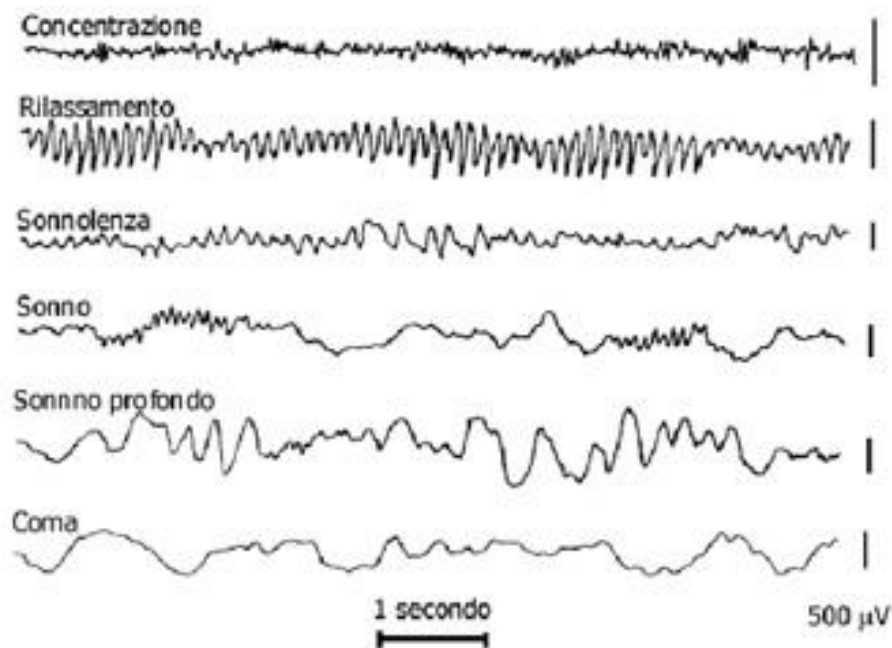


Figura 17: Esempi di tracciati EEG relativi a differenti stati mentali. Si confrontino le veloci oscillazioni nel caso dello stato di concentrazione con le lente oscillazioni del segnale nel caso di sonno profondo o stato di coma.

Il metodo di analisi automatica impiegato per caratterizzare le oscillazioni presenti nel tracciato EEG e quindi poter rivelare lo stato in cui si trova il soggetto è chiamata in letteratura *analisi spettrale*. La parola *spettro* indica l'insieme delle oscillazioni del segnale EEG presenti nello stesso alle diverse frequenze. In particolare si definisce *spettro di un segnale EEG* il grafico che mostra per un dato segnale EEG la sua composizione in termini di oscillazioni alle diverse frequenze.

Le frequenze del segnale EEG variano da 1 o 2 oscillazioni al secondo (1-2 Hz) fino a 40 oscillazioni al secondo (40 Hz). La suddivisione dei ritmi EEG avviene sulla base dell'intervallo di frequenze entro cui variano. Ciascun intervallo di frequenze prende il nome di *banda di frequenza* e viene identificato attraverso una lettera greca. Convenzionalmente, per caratterizzare particolari classi di oscillazione del segnale EEG, aventi significato clinico rilevante, viene impiegata la seguente nomenclatura:

I ritmi DELTA ( $\delta$ ) sono spesso di grande ampiezza e piuttosto lenti con oscillazioni di frequenza inferiori a 3 Hz. Sono ritmi caratteristici del sonno profondo e di condizioni patologiche come il coma o di alcune forme tumorali.

I ritmi TETA ( $\theta$ ) presentano anche'essi grande ampiezza di oscillazione, sono di 3-7 Hz e si registrano durante alcuni stati di sonno.

I ritmi ALPHA ( $\alpha$ ) sono oscillazioni con frequenze fra 8 e 13 Hz. Si registrano meglio dai lobi parietali ed occipitali e sono associati a stati di veglia.

I ritmi BETA ( $\beta$ ) sono oscillazioni con frequenze comprese tra 14 e 30 Hz, mentre i ritmi GAMMA ( $\gamma$ ) sono oscillazioni che presentano frequenze superiori a 30 Hz. Tali ritmi sono indicativi di una corteccia attivata e si osservano di norma a livello delle aree frontali del cervello, ma si possono registrare anche da altre regioni corticali. In caso di attività mentale intensa hanno l'ampiezza minima.

Nella tabella in figura 18 si riassumono le principali frequenze di oscillazione dell'EEG e gli stati mentali che tipicamente sono associati a tali ritmi.

Tipo di ritmo	Frequenza (Hz)	Ampiezza (mV)	Stati associati
<b>delta</b>	0,5-3	20-200	Condizioni patologiche
<b>teta</b>	3-7	5-100	Sonno profondo
<b>alfa</b>	8-13	10-200	Rilassamento mentale
<b>beta</b>	14-30	1-20	Attenzione, concentrazione, aree corticali attivate
<b>gamma</b>	>30	1-20	Attenzione, concentrazione, aree corticali attivate

Figura 18: La tabella rappresenta la nomenclatura dei principali ritmi EEG, la banda di frequenza in cui si manifestano, l'ampiezza tipica delle oscillazioni dell'EEG in tale banda e lo stato mentale che spesso viene associato alla registrazione di tali oscillazioni dallo scalpo dell'uomo.

## Dalla registrazione EEG superficiale alla stima dell'attività corticale

Per poter effettuare una stima dell'attività corticale del soggetto sperimentale è necessario applicare opportune metodiche di calcolo alle registrazioni EEG superficiali.

Prima di tutto si osserva che il segnale EEG registrato da un elettrodo posto sullo scalpo non può essere messo direttamente in correlazione con l'attività corticale sottostante. A causa della disomogeneità delle strutture che costituiscono la testa dell'uomo, i potenziali elettrici rilevabili dagli elettrodi posti sullo scalpo subiscono *distorsione* ed *attenuazione* rispetto a quelli che si generano a livello corticale. Potremmo considerare il rilevamento del segnale di un neurone alla voce di una persona con la quale stiamo conversando all'interno di una sala particolarmente affollata e rumorosa. Così come la voce della persona che ci sta comunicando qualcosa risulta confusa con le voci delle altre persone che gli parlano vicino, allo stesso modo il segnale del neurone risulta confuso con i segnali dei neuroni vicini. E' evidente come la sovrapposizione dei segnali vocali nella sala possa rendere molto difficile il tentativo di localizzare la sorgente del segnale di interesse (la persona che si conosce nel caso dell'esempio). Analogamente, nel caso del segnale EEG prelevato dallo scalpo si presenta la difficoltà di localizzare immediatamente le aree corticali che lo hanno originato.



Mediante l'impiego di particolari tecnologie che consentono la stima dell'attività elettrica cerebrale direttamente sulla superficie corticale è possibile superare la difficoltà di localizzazione della sorgente del segnale. Si tratta di utilizzare accurati modelli del cranio, scalpo e dura madre, insieme con modelli geometrici realistici della corteccia cerebrale del soggetto in esame. In particolare, vengono impiegati particolari algoritmi, detti di *stima lineare inversa dell'attività corticale*, che consentono di inferire l'attività corticale a partire da misure di EEG non invasive.

Dalle registrazioni convenzionali a 32 o 64 elettrodi rimangono oscurati dei dettagli che vengono invece rivelati dalle registrazioni EEG ad alta risoluzione spaziale condotte con 64-128 elettrodi. Tale tecnica ad alta risoluzione migliora considerevolmente la quantità di informazione che può essere estratta dalle registrazioni di EEG nell'uomo.

Di seguito viene riportato il flusso concettuale di analisi che permette di stimare l'attività corticale con una risoluzione temporale dell'ordine dei millisecondi e con una risoluzione spaziale pari a quella delle aree di Brodman (pochi cm quadrati).

I passi fondamentali dell'analisi sono:

1. registrazione del segnale EEG: viene prelevata l'attività cerebrale del soggetto sperimentale mediante cuffia elettrodica;
2. realizzazione del modello di testa realistico: viene realizzato al computer un modello di testa realistico del soggetto sperimentale;
3. stima dell'attività corticale: vengono applicati al modello di testa degli algoritmi matematici molto precisi che permettono di stimare l'attività cerebrale dalle misure dell'EEG.

## **EEG ad alta risoluzione spaziale nel neuromarketing**

La tecnica dell'EEG ad alta risoluzione spaziale è stata impiegata nello studio scientifico condotto da Babiloni F. et al., 2007. Lo scopo di tale studio è stato quello di individuare le regioni della corteccia cerebrale massimamente attive durante la visione da parte dei soggetti sperimentali degli spot commerciali che poi sarebbero stati ricordati meglio dieci giorni dopo la visione.

## **Metodologia della ricerca**

I soggetti che hanno preso parte allo studio sono 10 maschi con età media  $31.5 \pm 8$  anni. Tale gruppo sperimentale è stato sottoposto per 5 giorni consecutivi alla visione di alcuni documentari televisivi, un documentario diverso per ogni giornata. Ad intervalli di tempo regolari la programmazione veniva interrotta da un blocco pubblicitario composto da una serie di clip commerciali. Il numero totale di spot che ciascun soggetto ha visionato durante ogni documentario è

pari a 18, sei per ogni blocco, con ordine di trasmissione differente a seconda della giornata. Nove spot erano relativi a marche note internazionalmente, mentre gli altri nove erano invece relativi ad organizzazioni no-profit umanitarie. Il paradigma sperimentale (vedi Figura 19) ha previsto la visione del filmato e la contemporanea registrazione del segnale EEG ad alta risoluzione spaziale (59 elettrodi sullo scalpo secondo lo standard 10-20, vedi Figura 20) nel primo, terzo, e quinto giorno, limitando l'esperimento alla sola visione dei filmati con i clip commerciali nel secondo e quarto giorno. Per quanto riguarda la raccolta dei dati sperimentali, si è proceduto sottoponendo ciascun soggetto sperimentale a 2 interviste, rispettivamente il quinto giorno di visione dei filmati ed a dieci giorni di distanza dalla visione dell'ultimo filmato. Ciascuna intervista consisteva nella presentazione ai soggetti sperimentali di fogli in cui erano riassunte 6 immagini relative ad un particolare spot (storyboard) che poteva o non poteva essere stato presentato al soggetto sperimentale. La metà dei fogli presentati nell'ultimo test erano relativi a spot mai visti dal soggetto sperimentale. Durante il colloquio con l'intervistatore è stato chiesto a ciascun soggetto di ricordare *spontaneamente* gli spot pubblicitari che comparivano nei filmati che aveva visionato; tutti gli spot elencati dal soggetto in questa fase sono stati classificati con la sigla Rspo (*Ricordo Spontaneo*). Anche durante l'intervista con l'intervistatore si effettuava la registrazione dell'EEG del soggetto sperimentale in modo tale da poter caratterizzare l'attività sperimentale anche durante l'intervista. Tutti gli spot che non venivano citati dal soggetto durante la fase di ricordo spontaneo venivano elencati dall'intervistatore e classificati con la sigla Rind (*Ricordo Indotto-Spontaneo*) oppure con Dim (*Ricordo Mancato*) a seconda che il soggetto ricordasse lo spot citato o meno.

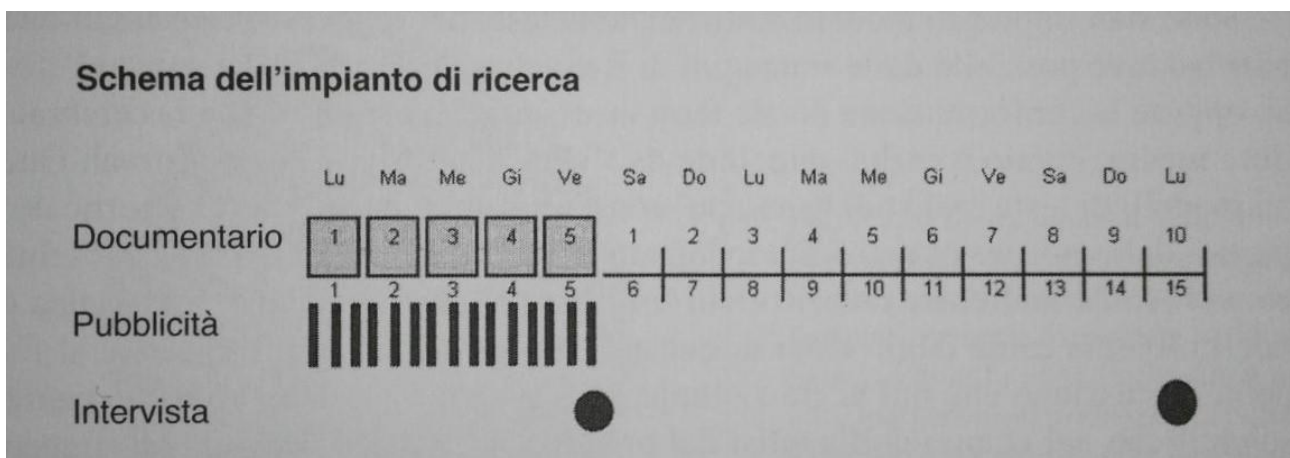


Figura 19: La figura presenta il piano sperimentale seguito per lo studio. Ciascun documentario presenta 3 sequenze di videoclip ognuna composta da 6 videoclip di 30 secondi l'uno.

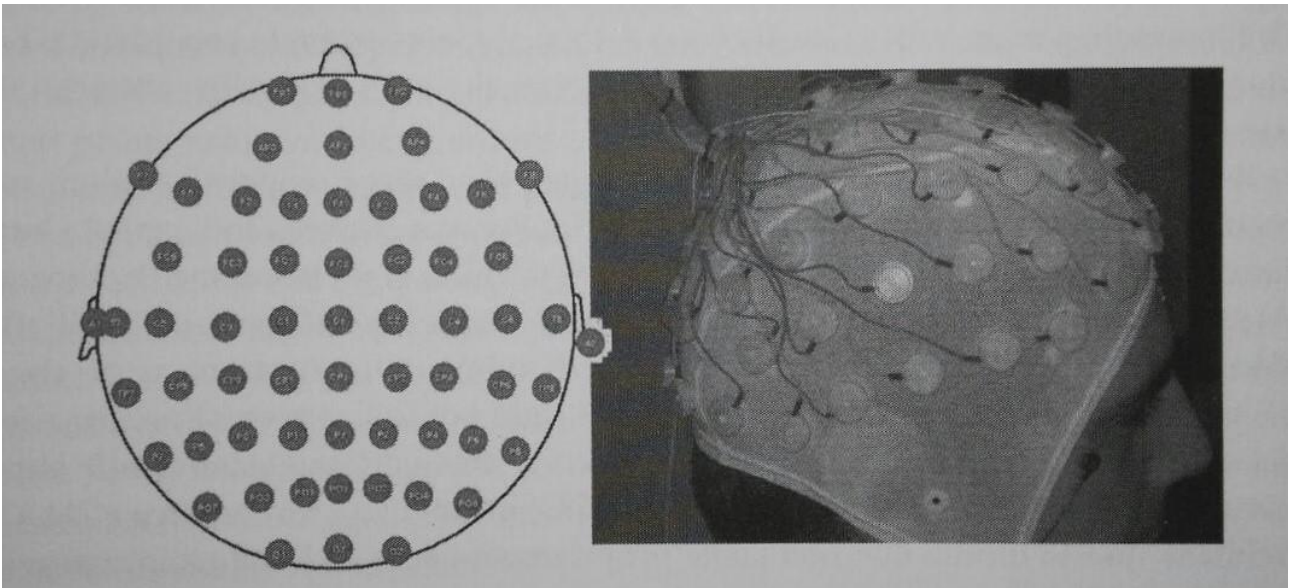


Figura 20: La figura mostra la disposizione degli elettrodi impiegata per la registrazione dell'attività elettrica sullo scalpo.

Utilizzando le immagini di risonanza magnetica sono stati ricavati modelli realistici della testa dei soggetti sperimentali. Tali modelli realistici di testa hanno consentito di effettuare la stima dell'attività corticale mediante l'applicazione delle procedure matematiche conosciute come "problema lineare inverso elettromagnetico" alle misure dei dati EEG. Avendo una parcellizzazione del modello di corteccia cerebrale in circa 5000 triangoli di pochi millimetri quadrati ognuno, il dettaglio spaziale è molto alto. L'attività corticale è stata analizzata riferendosi all'attività elettrica cerebrale media stimata in ognuna delle aree di Brodmann del modello di corteccia impiegato.

## **Analisi dell'attività cerebrale durante la visione degli spot**

I dati EEG raccolti sono stati organizzati in tre database distinti:

- il *primo set* di dati EEG è stato quello prelevato dai soggetti durante la visione di spot che sarebbero stati successivamente ricordati dal soggetto
- il *secondo set* di dati EEG è stato quello registrato dai soggetti sperimentali durante la visione di spot che non sarebbero stati ricordati dai soggetti durante l'intervista 10 giorni dopo la loro prima visione.
- il *terzo set* di dati EEG è composto dai dati EEG ottenuti durante la visione degli spot che sarebbero stati ricordati dai soggetti sperimentali solo dopo un aiuto da parte dell'intervistatore (ricordo indotto-sollecitato).

Tali set di dati EEG sono stati elaborati per rimuovere artefatti di varia natura quali: attività elettrica indotta da aggiustamenti posturali, ammiccamenti oculari e quante altre attività elettriche non cerebrali prodotte da involontarie contrazioni dei muscoli temporali e frontali.

Ai dati EEG ripuliti dagli artefatti sono state applicate procedure matematiche di stima dell'attività corticale nelle varie regioni di interesse. Ciò ha permesso di disporre delle attività forme d'onda dell'attività corticale come se si fosse registrato direttamente dentro la testa dei soggetti sperimentali.

Quindi, avendo a disposizione le forme d'onda, è stato possibile effettuare l'analisi spettrale che ha permesso di individuare le oscillazioni ritmiche presenti all'interno dei dati EEG facendo riferimento alle bande di frequenza delta, teta, alfa, beta e gamma.

## **Modalità di cooperazione delle aree corticali**

L'informazione relativa ai processi che si sviluppano a livello delle regioni di interesse è deficitaria se si prende in considerazione solo l'analisi della semplice attività elettrica cerebrale. Infatti, un'informazione cruciale è racchiusa nell'individuazione di quali sono le "*sinergie*" o le "*collaborazioni*" fra le diverse aree corticali durante la visione degli spot commerciali. Ciò è dovuto al fatto che nel cervello raramente accade che una singola area cerebrale agisca in maniera separata dalle altre. Per evidenziare le reti corticali attive durante la visione degli spot diviene importante ricavare una misura di collaborazione fra le diverse aree cerebrali. Solo l'analisi di un "team" corticale attivo durante un compito sperimentale può restituire un'informazione significativa sui processi in corso nel soggetto. Per fare ciò occorre impiegare una qualche misura matematica di *correlazione* fra le attività delle regioni di interesse cerebrale stimate durante la visualizzazione di spot commerciali. Opportune metodiche di calcolo permettono di stimare il *grado di cooperazione* fra le aree cerebrali durante la visualizzazione.

Tipicamente, le figure che mostrano il grado di correlazione fra aree sulla superficie corticale vengono rappresentate mediante *frecce*, che partono dalla area corticale che "trasmette" o "comanda" l'attività di una seconda area corticale, che invece è la destinazione della freccia. In figura 21 viene riportato un semplice pattern di connettività corticale durante un semplice compito sperimentale. Il tono di grigio con cui sono colorate le frecce è indica l'intensità della connessione che viene stabilita durante il compito sperimentale fra le aree corticali investigate. I pattern di connettività corticale possono essere generati per ogni banda di frequenza, ciò permette di disegnare un modello di cooperazione fra aree corticali in una certa banda di frequenza. Nel caso di studio, poiché una intensa attività di memorizzazione è legata a ritmi EEG in

banda teta o alfa, si è interessati a ricavare i pattern di connettività corticale per tali bande di frequenza. In seguito all'ottenimento dei pattern di connettività corticale di interesse si può procedere con l'analisi statistica ed ulteriori trattamenti matematici.

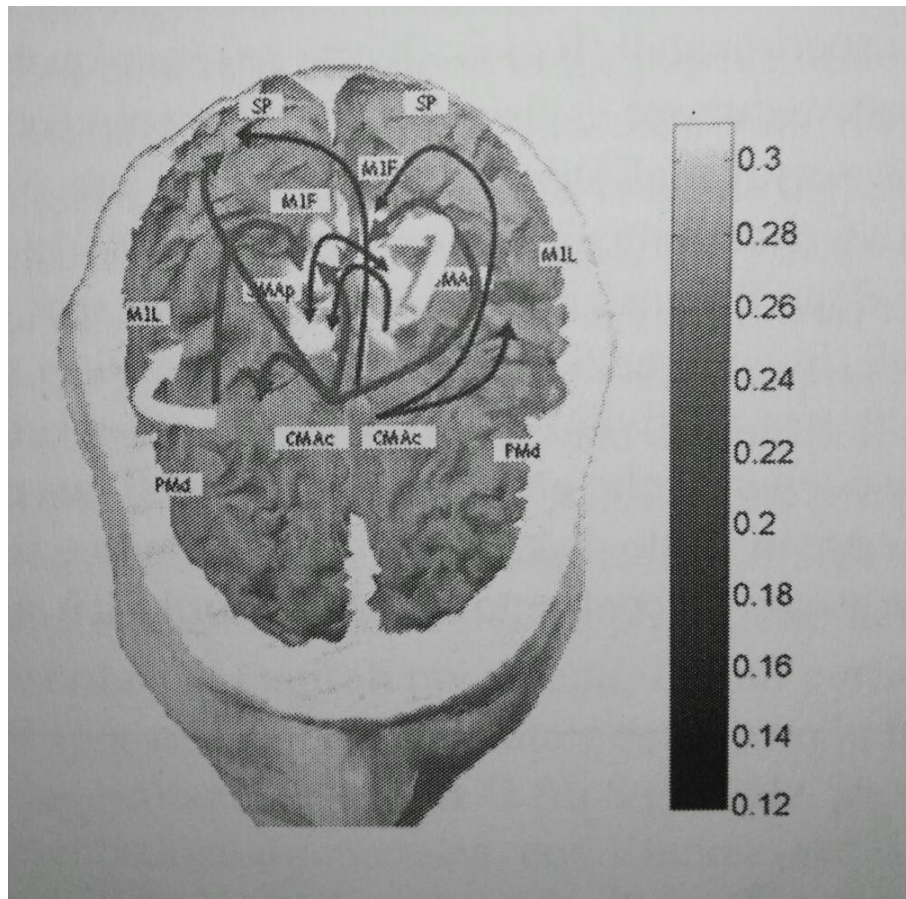


Figura 21: Pattern di connettività corticale stimata da dati di alta risoluzione EEG su di un modello realistico di testa. La regione corticale all'origine della freccia "comanda" l'attività della regione corticale interessata dalla punta della freccia. Freccie chiare codificano una forte connessione corticale viceversa per quelle scure.

## Analisi dei risultati sperimentali

Dalla stima della connettività tra reti corticali è emerso che le reti neuronali attive evidenziate durante la visualizzazione di spot che sono state ricordate dai soggetti sperimentali (Rspo) sono qualitativamente differenti dalle reti corticali attive durante la visione degli spot commerciali che non sono stati ricordati dai soggetti stessi (Dim). In particolare, è stato visto che durante la visione dei filmati commerciali che sono stati ricordati, erano molto attive le aree corticali frontali in congiunzione con quelle parietali in entrambi gli emisferi destro e sinistro. Viceversa, le aree corticali che erano attive durante la visualizzazione degli spot che non sono stati ricordati erano molto diverse da quelle che invece sostenevano la memorizzazione degli spot stessi. In figura 22 viene mostrato un confronto fra tali reti corticali.

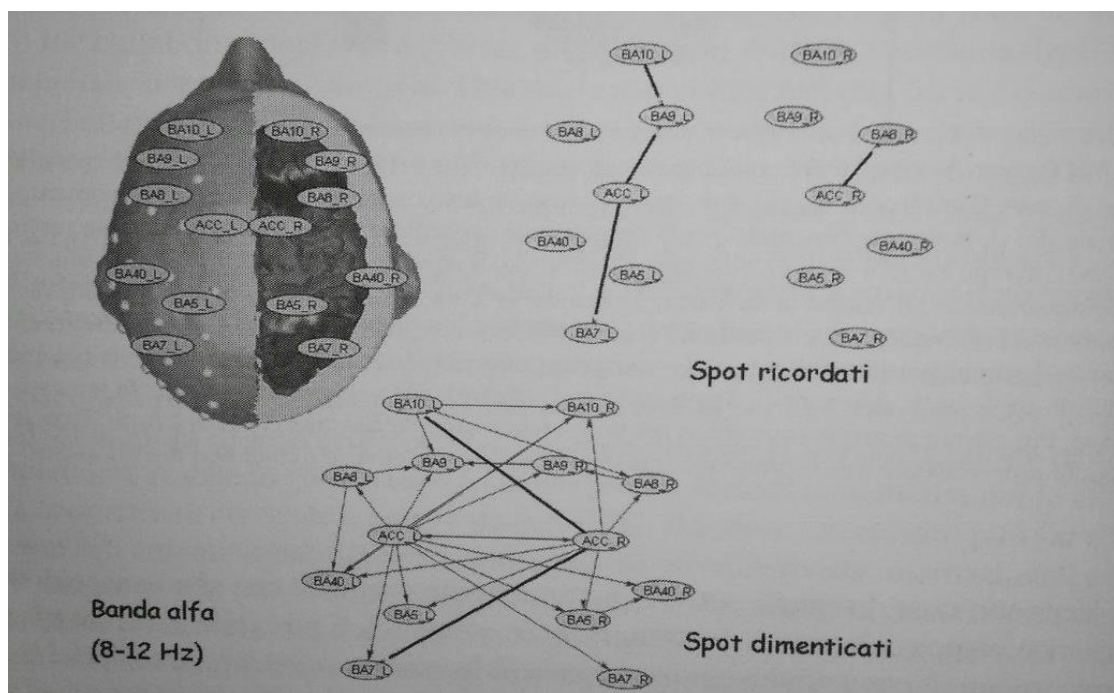


Figura 22: La figura presenta l'attivazione delle aree corticali ricavata considerando le oscillazioni del segnale EEG nella banda alfa fra 8 e 12 Hz. In alto sono riportate le reti corticali attive durante la visualizzazione degli spot che verranno ricordati, mentre in basso quelle attive durante la visualizzazione degli spot che verranno dimenticati.

In alto a sinistra nella figura 22 c'è la rappresentazione di una testa dove i bollini bianchi sullo scalpo rappresentano le posizioni elettrode impiegate per la registrazione del segnale EEG mentre i cerchi simboleggiano le varie aree cerebrali di Brodmann.

Nella medesima figura in alto a destra sono rappresentate le reti corticali attive durante la visione di spot che sono stati ricordati dai soggetti stessi dopo 10 giorni dall'ultima visione; mentre in basso a sinistra sono rappresentate le reti corticali attive durante la visione degli spot che non sono stati ricordati dai soggetti. Ogni freccia disegnata rappresenta una connessione funzionale statisticamente significativa fra le aree corticali coinvolte. Sia le reti corticali individuate per il ricordo sia quelle individuate per il non ricordo sono state ottenute nella banda di frequenza alfa, ossia considerando le oscillazioni dell'EEG fra 8 e 12 Hz.

Un elemento distintivo tra le reti corticali attive durante il ricordo e quelle attive durante il non ricordo è la *numerosità* delle stesse. Infatti, durante la visione di spot ricordati è possibile osservare un numero limitato di zone corticali coinvolte. Tali aree sono localizzate principalmente nel circuito fronto-parietale dell'emisfero sinistro. Invece, nel caso della rete corticale attiva durante la visione di spot dimenticati, si osserva un'attivazione corticale diffusa sia nell'emisfero sinistro sia in quello destro ed una connessione interemisferica. L'attività diffusa sia a livello frontale che parietale, può essere interpretato come

un segno di una serie di processi paralleli, che vengono svolti dal soggetto stesso distraendolo dalla visione del filmato. Un quadro di connettività molto diffuso equivale ad una non attività specifica che si rifletterà a livello macroscopico nella perdita del ricordo.

Considerazioni analoghe possono essere fatte analizzando i pattern di connettività corticale relativi alla banda di frequenza beta tra 13 e 20 Hz. Dunque, è possibile affermare che l'attivazione selettiva di particolari reti corticali risulta fondamentale per poter supportare a livello nervoso centrale la memorizzazione degli spot presentati. Invece, un'attivazione massiva ed estesa delle aree corticali è associata all'esecuzione di processi mentali concorrenti, che competono per l'attenzione del soggetto sperimentale, a scapito dei processi di memorizzazione legati alla visione degli spot proposti.

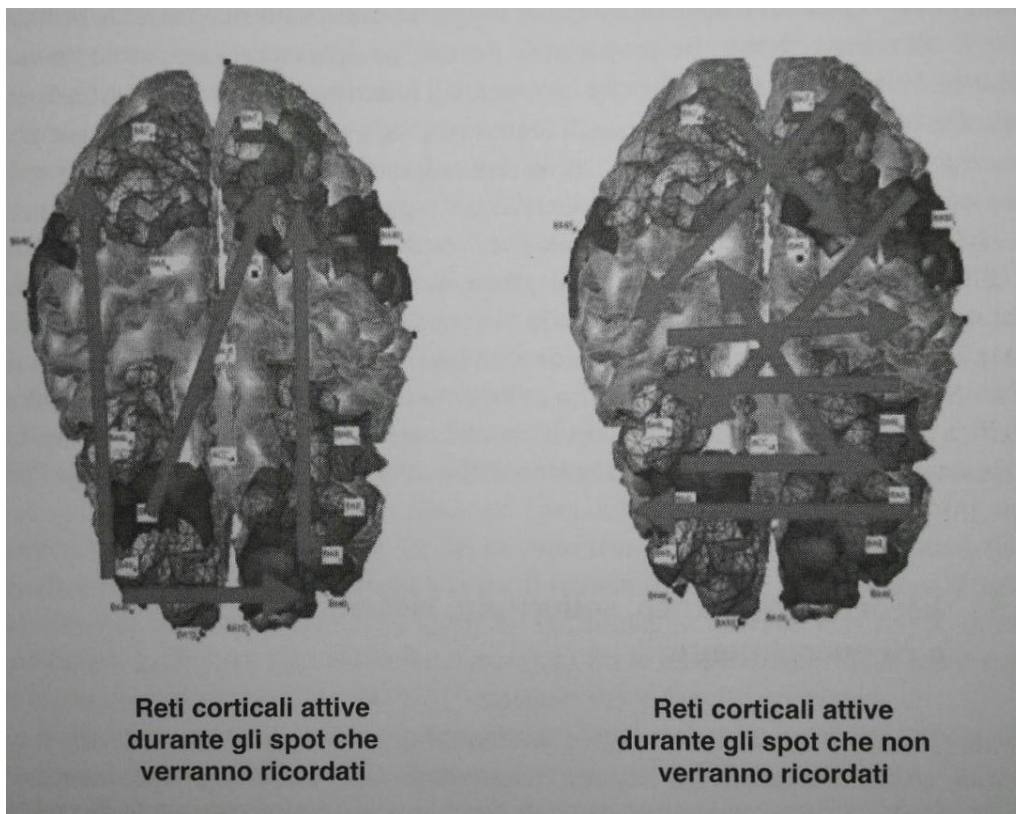


Figura 23: La figura presenta l'attivazione delle aree corticali ricavata considerando le oscillazioni del segnale EEG nelle differenti bande di frequenza. Il cervello è visto dall'alto, con la parte frontale rivolta verso il basso e quella occipitale rivolta verso l'alto

Nella figura 23 viene rappresentata una sintesi dei risultati ottenuti. In particolare, sono state rappresentate:

- le reti corticali *specifiche* che supportano i processi di memorizzazione, la loro attivazione durante la visione dello spot, permetterà al soggetto di ricordarlo anche dopo 10 giorni;

- le reti corticali *generiche* che non sono collegate ai processi di memorizzazione, la loro attivazione durante la visione dello spot, determinerà la perdita di attenzione del soggetto sul processo di memorizzazione.

L'affidabilità dei risultati è supportata dalla consistente sintonia tra i risultati sperimentali ottenuti con ciò che è noto dalla ricerca scientifica. In particolare, è noto che i circuiti corticali fronto-parietali destra e sinistra supportano rispettivamente, la memorizzazione a medio e lungo termine di immagini e di materiali verbali. Facendo riferimento al caso di visione degli spot che sono stati ricordati dai soggetti, si è osservato l'impiego di entrambe le strategie di memorizzazione: sia quella fronto-parietale destra per il ricordo delle immagini relative allo spot, sia quella fronto-parietale sinistra per il ricordo delle parole connesse alle marche presentate negli spot. Quanto detto riflette l'accordo tra la letteratura scientifica ed i risultati ottenuti.

Complessivamente, i risultati ottenuti indicano che le tecniche avanzate di Brain Imaging basate sull'EEG ad alta risoluzione spaziale forniscono informazioni preziose circa l'attività cerebrale dei soggetti oggetto di indagine. Si tratta quindi di uno strumento di indagine neuroscientifica per la verifica dei processi di attenzione, memorizzazione e decision-making che può essere affiancato o sostituito alle tecniche standard di Brain Imaging quali fMRI e PET.

## **Risposte cerebrali e visione di messaggi pubblicitari in TV**

Recentemente molti studi hanno investigato l'importanza del contenuto affettivo nella visualizzazione dei clip televisivi commerciali. Il risultato di questi studi suggerisce che in condizioni normali il richiamo ed il ricordo di materiale TV a contenuto *emozionale* (impiegante suspense oppure humor) è di gran lunga superiore a quello relativo al materiale con contenuto *cognitivo* (basato sulla esposizione di una serie di fatti). Tali studi prevedevano la somministrazione di propanolo ai soggetti sperimentali. Essendo il propanolo un beta-bloccante ossia una droga particolare capace di abbassare l'attività emotiva, quando veniva somministrato ai soggetti, si osservava un decremento significativo della capacità di memorizzare spot commerciali con contenuto emozionale, mentre la capacità di memorizzare spot "cognitivi" rimaneva invariata. Con la denominazione spot "cognitivi" si fa riferimento a sequenze di immagini all'interno dello spot contenenti principalmente frasi o sentenze scritte.

I risultati di Ambler e Burne possono essere collocati a metà strada fra gli approcci "cognitivo-persuasivo" e quello di rinforzo emozionale nelle tecniche di advertising. L'approccio "*cognitivo-persuasivo*" è quello relativo agli avvisi commerciali in cui si susseguono una serie di regioni razionali per l'acquisto del bene pubblicizzato, con un ordine tale da facilitare l'utente nell'imparare le informazioni fornite. Invece, l'approccio del "*rinforzo emozionale*" vede il processo pubblicitario come parte di un continuum dove le preferenze iniziali del



consumatore per il prodotto pubblicizzato vengono via via plasmate o rinforzate dagli aspetti emozionali. Ciò è in linea con i recenti sviluppi delle neuroscienze in cui l'emozione è considerata giocare un ruolo importante nei processi cognitivi.

Lo studio sperimentale di Ambler e Burne prevedeva il monitoraggio dell'attività cerebrale dei soggetti durante la visualizzazione di spot commerciali mediante la magnetoencefalografia (MEG). I dati MEG raccolti suggeriscono che messaggi pubblicitari di tipo cognitivo attivano prevalentemente la corteccia cerebrale posteriore, mentre il materiale pubblicitario di tipo emozionale attiva prevalentemente la corteccia orbitofrontale, l'amigdala ed il tronco encefalico. I risultati di questo studio sembrano suggerire che i messaggi pubblicitari di tipo cognitivo attivano dei centri corticali connessi con il controllo della memoria, mentre le risposte neuronali ottenute all'esposizione del materiale emozionale sembrano mostrare un più alto grado di variabilità intersoggettiva.

L'attenzione di molti ricercatori quali Krugman (1971), Olson e Ray (1989) ed Alwitt (1989) è stata posta intorno alla questione di come i due emisferi cerebrali destro e sinistro potessero elaborare in maniera differente le informazioni prese dai messaggi TV. È noto che l'emisfero cerebrale destro è più attento alle immagini ed al tono emotivo delle informazioni sensoriali, mentre l'emisfero sinistro ha in particolare il controllo della semantica delle parole e della decodifica del contenuto cognitivo delle informazioni sensoriali.

Da questo insieme di studi di letteratura scientifica è possibile estrarre alcune conclusioni che sembrano abbastanza valide:

- piani ravvicinati di visi di persone incrementano la capacità dei soggetti di ricordare le immagini relative agli avvisi commerciali (Kroeber-Riel, 1993);
- scene visive difficili da catalogare per il soggetto sperimentale hanno una bassa memorizzazione all'interno dello stesso (Rossier e Percy, 1983; Nelson, 1971);
- scene con contenuti emozionali possono essere ricordate in maniera maggiore che non altre con contenuto cognitivo maggiore (Ambler e Burne, 1999; Young, 2002).

# **fMRI functional MRI, risonanza magnetica funzionale**

## **Un po' di storia**

Risalgono al 1881 i primi studi sull'organizzazione funzionale del cervello. Il fisiologo italiano Angelo Mosso per primo dimostrò che l'attività neuronale ed il flusso cerebrale locale (rCBF) sono correlati.

Nel 1900 diverse equipe effettuarono i medesimi studi di Angelo Mosso, ma in mancanza degli strumenti per andare oltre, lo studio funzionale perse di importanza.

Kety e Sokoloff nel 1955 progettarono un metodo radiografico per misurare il flusso cerebrale (CBF) ed il metabolismo, ma non afferrarono appieno l'importanza della scoperta applicata alle neuroscienze.

Fu nel 1980 che l'imaging funzionale venne accolto nella comunità di neuroscienziati e studiosi di scienze cognitive per la semplicità di introduzione nei protocolli sperimentali di valutazione psicologica.

Nel 1990 Ogawa dimostrò che il segnale MRI è sensibile al livello di ossigenazione dell'emoglobina (Effetto BOLD). Nell'anno successivo al Massachusset General Hospital venne condotto forse il primo esperimento di MRI applicata alla quantificazione del volume ematico cerebrale (CBV) nella corteccia visiva con e senza stimolazione visiva.

## **Segnale BOLD**

L'osservazione che dà origine all'fMRI riguarda il fatto che l'emodinamica locale cerebrale riflette l'attività neuronale. Analogamente al flusso sanguigno nei muscoli che aumenta con l'attività motoria, il flusso sanguigno cerebrale aumenta nelle zone del cervello che sono coinvolte in attività di elaborazione. Quindi la fMRI può essere classificata come una tecnica basata su un agente di contrasto intrinseco (o endogeno).

In particolare, è stata affinata una tecnica denominata BOLD (acronimo di *Blood Oxygenation Level Dependent*) che sfrutta le differenti proprietà magnetiche dell'emoglobina ossigenata e deossigenata assieme al fatto che le proporzioni relative di queste ultime nel sangue cambiano in seguito all'aumento dell'attività neuronale. L'emoglobina ossigenata (*ossi-emoglobina*) è da considerarsi diamagnetica, mentre l'emoglobina deossigenata (*desossi-emoglobina*) è da considerarsi paramagnetica e genera campi locali che interrompono

l'omogeneità del campo magnetico applicato esternamente, provocando una diminuzione del segnale da quel tessuto. L'entità del bilancio tra ossi- e desossi-emoglobina dovuto all'attività neuronale dipende dall'aumento di livello del flusso ematico cerebrale regionale e dalla variazione della frazione di ossigeno legato. Con l'attivazione il consumo di ossigeno aumenta meno dell'offerta resa disponibile dall'aumento di flusso sanguigno. Di conseguenza, l'aumento di ossiemoglobina dovuto all'incremento del flusso sanguigno supera di gran lunga la diminuzione causata dalla deossigenazione dell'emoglobina dovuta al consumo di ossigeno. La figura 24 mostra il rate di estrazione di ossigeno dal sangue sia in condizioni basali sia in condizioni di attivazione.

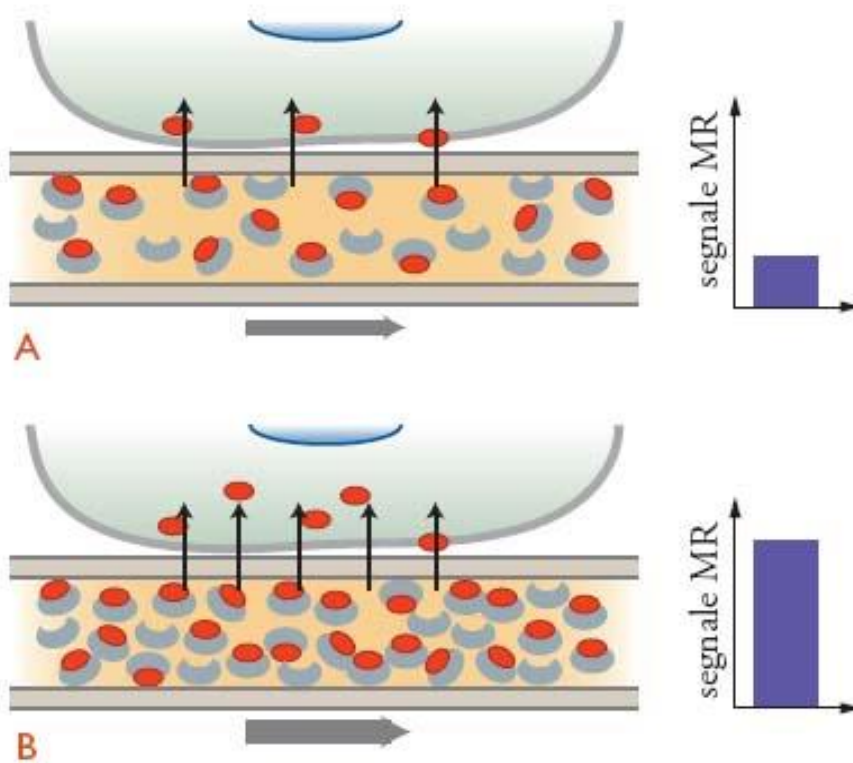


Figura 24: A Condizioni basali: rate locale di estrazione di ossigeno dal sangue da parte dei tessuti cerebrali. b Condizioni di attivazione: aumenta il consumo di ossigeno, ma il flusso ematico cerebrale aumenta più del consumo locale quindi il rate locale di estrazione di ossigeno da parte dei tessuti cerebrali diminuisce.

L'effetto netto è un aumento della concentrazione relativa di ossiemoglobina e di conseguenza un aumento del segnale BOLD: ciò che permette di misurare l'attività cerebrale con la MR è un eccesso di ossiemoglobina durante l'attività neuronale.

## Scopi ed applicazioni

Uno degli scopi principali degli studi di fMRI riguarda l'attribuzione di ruoli funzionali ad aree specifiche del cervello. In particolare, si vuole approfondire la conoscenza dell'organizzazione cerebrale eseguendo esperimenti di stimolazione (ad esempio visiva o motoria) ed osservando la risposta emodinamica locale. Gli studi di fMRI non sono limitati alla ricerca di base, ma presentano rilevanza notevole anche per la pratica clinica in quanto permettono di indagare lo stato funzionale neurale in caso di ictus e di molte altre patologie cerebrali.

Si tenga presente che gli studi fMRI forniscono informazioni sull'attività di un gruppo di neuroni integrata su un certo intervallo temporale. In effetti, le variazioni della risposta emodinamica si prolungano nel tempo: occorrono alcuni secondi affinché il segnale raggiunga il massimo e quindi decada. Di conseguenza, sebbene la fMRI possa misurare le variazioni di flusso sanguigno quasi in tempo reale, i dati che essa fornisce corrispondono ad una attività neuronale avvenuta alcuni secondi prima. Le evidenze sperimentali suggeriscono comunque che la risposta emodinamica ad un determinato stimolo è in genere attendibile e confermano la significatività della risonanza magnetica funzionale.

## fMRI nel neuromarketing

Oggi nel campo del neuromarketing vengono applicati dispositivi fMRI ed esistono ormai alcuni studi scientifici che mostrano l'attivarsi di particolari aree cerebrali durante la degustazione di una coppia di bevande gassate quali la Coca Cola e la Pepsi Cola (Mc Clure et al., 2004).

Tipicamente il design sperimentale degli esperimenti fMRI è basato sulla evidenziazione di aree corticali che differiscono, durante il compito sperimentale proposto, da un altro compito di controllo. In particolare, se X è il *compito sperimentale* (ad esempio gustare la Coca Cola sapendo che è Coca Cola) ed Y è il *compito di controllo* (ad esempio gustare un bicchiere di cola senza sapere se è Pepsi oppure Coca Cola), allora gli esperimenti di fMRI descriveranno le aree corticali che differiscono fra il compito X rispetto a quello Y. L'interpretazione che può essere data alla accensione di particolari aree cerebrali durante il compito sperimentale proposto risulta essere problematica. Infatti, le aree corticali "accese" durante il compito X potrebbero essere comuni anche a quelle che si accendono durante la degustazione di vino rosso sapendo che è vino rosso. Per rimuovere questi possibili fattori di confusione nell'analisi dei dati è opportuno definire un corretto design sperimentale. Nel caso in esame, il fatto che l'esperimento Y consisteva nel bere cola rimuove l'obiezione che le aree corticali accese durante X e non Y possano essere correlate solamente al bere un liquido,

dato che anche nel compito Y occorre bere una bevanda (addirittura la stessa) ma senza sapere quello che si stava bevendo.

Il Brain Imaging permette di osservare alcune delle aree cerebrali che si attivano durante il compito sperimentale proposto al soggetto, ma non spiega perché quelle aree si attivano, o in che modo le informazioni vengano processate all'interno del soggetto sperimentale. E' anche vero che si ha accesso alla risposta cerebrale del soggetto non tramite il suo comportamento, ma direttamente tramite l'attività dei suoi neuroni.

# **PET (Positron Emission Tomography)**

Oggi giorno gli specialisti di neuromarketing impiegano le più avanzate tecniche di imaging cerebrale, come la PET o la FMRI, per identificare visivamente le aree del cervello che si attivano in corrispondenza di determinati stimoli e comportamenti.

La tomografia a emissione di positroni (o PET, dall'inglese Positron Emission Tomography) è una tecnica di medicina nucleare e di diagnostica medica utilizzata per la produzione di bioimmagini. La PET fornisce informazioni di tipo fisiologico, a differenza di TC (tomografia computerizzata) e RM (risonanza magnetica) che invece forniscono informazioni di tipo morfologico del distretto anatomico esaminato. Con l'esame PET si ottengono mappe dei processi funzionali all'interno del corpo.

Questa tecnologia, a differenza dell'EEG, è uno strumento di registrazione indiretta dell'attività cerebrale. Ciò significa che, mentre l'EEG misura direttamente il segnale captato, riconducendolo direttamente all'attività neurale, la PET ha bisogno di un passaggio intermedio. Essa rivela le variazioni di un parametro dell'attività cerebrale, nella fattispecie del debito sanguigno dei flussi neurali (21).

## **Principio di funzionamento**

La procedura inizia con l'iniezione di un radio-farmaco formato da un radio-isotopo tracciante con emivita breve, legato chimicamente a una molecola attiva a livello metabolico (che funge da vettore), ad esempio il fluorodesossiglucosio. Dopo un tempo di attesa, durante il quale la molecola metabolicamente attiva (spesso uno zucchero) raggiunge una determinata concentrazione all'interno dei tessuti organici da analizzare, il soggetto viene posizionato nello scanner. L'isotopo di breve vita decade, emettendo un positrone. Dopo un percorso, che può raggiungere al massimo pochi millimetri,(22) il positrone si annichila con un elettrone, producendo una coppia di fotoni gamma entrambi di energia 511 keV emessi in direzioni opposte tra loro (fotoni "back to back").

Questi fotoni vengono rilevati dal dispositivo di scansione. Punto cruciale della tecnica è la rilevazione simultanea di coppie di fotoni: i fotoni che non raggiungono il rivelatore in coppia, cioè entro un intervallo di tempo di pochi nanosecondi, non sono presi in considerazione. Dalla misurazione della posizione in cui i fotoni colpiscono il rivelatore, si ricostruisce matematicamente l'ipotetica posizione del corpo da cui sono stati emessi. La mappa risultante rappresenta i tessuti in cui la molecola campione si è maggiormente concentrata.

## Applicazioni

La PET è usata estensivamente in oncologia clinica (23) (per avere rappresentazioni dei tumori e per la ricerca di metastasi) e nelle ricerche cardiologiche e neurologiche.

Ad ogni modo, mentre gli altri metodi di scansione, come la TAC e la RMN permettono di identificare alterazioni organiche e anatomiche nel corpo umano, le scansioni PET sono in grado di rilevare alterazioni a livello biologico molecolare che spesso precedono l'alterazione anatomica. Con una scansione PET è possibile visualizzare e quantificare con discreta precisione il cambio di afflusso sanguigno nelle varie strutture anatomiche (attraverso la misurazione della concentrazione dell'emettitore di positroni iniettato).

In particolare in neurologia la PET permette di valutare il metabolismo glicidico a livello cerebrale ed è utilizzata nella diagnosi delle demenze, nella valutazione del deterioramento cognitivo lieve ed ultimamente anche nelle ricerche di marketing, al fine di indagare l'attivazione delle aree cerebrali quando l'utente è sottoposto ad un determinato stimolo. Il flusso ematico e il metabolismo neuronale sono strettamente correlati, in quanto i neuroni non possiedono riserve energetiche, quindi un aumento del metabolismo locale può essere ottenuto solo mediante un aumento del flusso di sangue alla regione interessata.

Il radio isotopo che viene utilizzato in questo tipo di analisi è l'FDG, il quale è in grado di oltrepassare la barriera emato-encefalica utilizzando gli stessi trasportatori utilizzati dal glucosio fisiologico (GLUT).

## Limiti

Le tecniche di brain imaging (PET e fMRI) si differenziano per la loro notevole capacità di risoluzione spaziale. La risoluzione spaziale della PET è dell'ordine del millimetro: più che sufficiente, quindi, a rilevare fenomeni di attivazioni cerebrali di larga scala. Il difetto principale è dovuto alla bassa risoluzione temporale. Infatti, l'aumento di flusso ematico nelle aree cerebrali, avviene con un ritardo di alcuni secondi rispetto all'aumento dell'attività cerebrale. Di conseguenza i tempi necessari per l'acquisizione delle immagini risultano notevolmente più lunghi della durata dei processi stessi che si intendono misurare.

Ma uno dei limiti principali nell'utilizzo di questa tecnica ai fini di strategie di marketing è legato ad aspetti etici: la PET richiedendo l'impiego di traccianti radioattivi risulta essere una tecnica molto invasiva, con la conseguenza che il

numero di esperimenti reiterabili per soggetto è notevolmente limitato e non è giustificato per finalità non diagnostiche.



# I Sistemi di Eye Tracking

Fondamentalmente un sistema di eye tracking è un dispositivo che permette di tracciare la posizione della pupilla (in coordinate 2D) rispetto a un sistema di riferimento, che può essere ad esempio il monitor del computer su cui si sta guardando, e di risalire al punto osservato dall'utente, definito *gaze point* (punto di sguardo).

I sistemi di eye tracking sono molto utilizzati in svariati campi: in ambito clinico (nello studio anatomico e fisiologico dell'apparato visivo), nelle scienze cognitive, in psicologia, nell'interazione fra uomo e computer e nelle ricerche di marketing per la progettazione di prodotti commerciali.

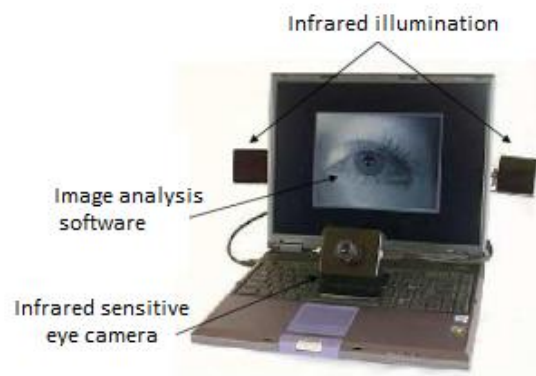
Un esempio di utilizzo dei sistemi di eye tracking in ambito della ricerca in psicologia, consiste nel creare modelli che permettano di trovare una relazione tra il punto osservato da un soggetto con le proprie facoltà di lettura, apprendimento e comprensione.

## La nascita dei sistemi di eye tracking

L'analisi dei movimenti oculari precede la diffusione dei computer di almeno 100 anni, e comincia con una serie di esperimenti di psicologia sperimentale. Un esempio di tali studi è il lavoro "Physiologie de la lecture et de l'écriture" (24), scritto dall'oftalmico francese Louis Emile Javal nel 1879. Essendo la tecnologia a disposizione degli studiosi poco sviluppata, i primi metodi per tracciare la posizione fissata dagli occhi erano piuttosto invasivi, in quanto richiedevano un contatto meccanico diretto con la cornea (25). Questi metodi, ovviamente scarsamente tollerabili dai soggetti, sono stati sostituiti a partire dagli anni '30 con metodi di misurazione indiretti. In tempi più recenti con il diffondersi dei personal computer, i ricercatori iniziarono a studiare come l'eye tracking potesse essere applicato alla interazione uomo macchina. In un primo momento si cercò di sviluppare dei sistemi che potessero aiutare le persone con disabilità motorie ad avere accesso alla nuova tecnologia che si stava sviluppando (26,27). Successivamente gruppi di marketing videro l'opportunità, nell'uso dei sistemi di eye tracking, per effettuare studi di usabilità (l'usabilità è un settore di studi della human-computer interaction (disciplina riguardante le modalità di interazione tra l'uomo e il computer) che si occupa di metodologie per la valutazione e il miglioramento degli strumenti informatici per migliorare la loro comunicazione) in riviste pubblicitarie, per capire su cosa si focalizzava l'attenzione del lettore e sviluppare così dei manifesti pubblicitari più interessanti che fossero in grado di coinvolgere più efficacemente il lettore (27).

Oggi giorno esistono diversi sistemi di eye tracking che si basano su principi diversi per il tracciamento dei movimenti oculari. Le diverse tecniche possono essere classificate in base a parametri come il campo di misura, la sensibilità e accuratezza, l'invasività, l'interferenza con il campo visivo e la tolleranza ai movimenti della testa; Un'ulteriore distinzione dei sistemi di eye tracking si basa sul fatto che siano indossabili o meno.

I sistemi non indossabili (Figura 25) possono essere dispositivi autonomi o integrati nel monitor del computer;



**Figura 25: Sistema di eye tracking non indossabile**

I sistemi indossabili (head-mounted) sono posti sulla testa del soggetto e utilizzano una o due telecamere per riprendere l'occhio (Figura 26).



**Figura 26: Sistema indossabile (head-mounted)**

## La Video-Oculografia

I sistemi di eye tracking più recenti usano la tecnica della *Video-Oculografia*, la quale si basa sull'elaborazione dell'immagine ottenuta da una o più telecamere puntate sull'occhio e sul tracciamento di particolari caratteristiche (feature) oculari, identificabili per ricostruire la posizione e i movimenti dell'occhio e risalire alla direzione dello sguardo. Le feature oculari che vengono utilizzate sono il limbo (il contorno fra iride e sclera), anche se è di difficile riconoscimento, e il contorno della pupilla. Siccome quest'ultima, in condizioni di normale illuminazione, appare nera e poco contrastata rispetto all'iride che la circonda, si ricorre ad un'illuminazione all'infrarosso per facilitarne il riconoscimento (figura 27).

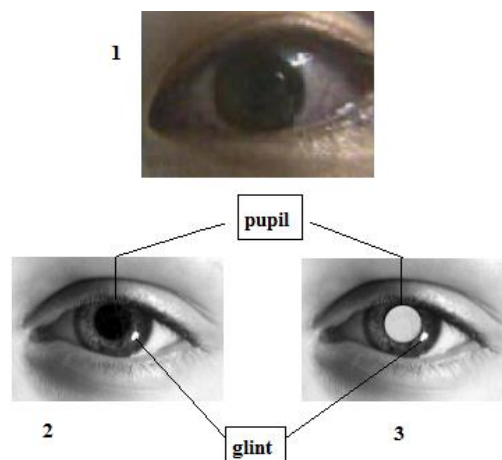


Figura 27: 1) Occhio illuminato con luce visibile; 2) Occhio illuminato con luce infrarossa, effetto dark pupil; 3) Occhio illuminato con luce infrarossa, effetto bright pupil.

In generale l'attendibilità del rilevamento dei movimenti oculari è associata a due aspetti della misurazione: 1) la corretta individuazione della pupilla; 2) l'interpretazione della posizione dello sguardo rispetto all'interfaccia osservata.

In altre parole, le problematiche della misurazione sono connesse a due grandi aree d'indagine: la localizzazione dell'occhio rispetto all'interfaccia (*eye-detection*) e la stima del percorso che lo sguardo fa rispetto all'immagine (*gaze-detection*).

## Applicazione dell'eye-tracking nel marketing

Oggi giorno sta prendendo sempre più piede l'utilizzo di questi sistemi nel marketing e negli studi di usabilità allo scopo di capire dove si focalizza lo sguardo del lettore quando osserva una pagina web oppure un cartellone pubblicitario o spot in tv. Oggi più che mai siamo costantemente sottoposti a

una miriade di stimoli pubblicitari, e riuscire a capire come attirare l'attenzione dell'utente è molto importante, perché l'obiettivo della comunicazione dev'essere anzitutto l'engagement, cioè il coinvolgimento di chi guarda.

Queste tecniche vengono utilizzate non solo per ottimizzare la tradizionale comunicazione pubblicitaria (Quali sono le parti della mia storia che coinvolgono maggiormente il consumatore? La mia comunicazione sarà in grado di far rimanere il mio brand impresso nella loro mente? Come posso ridurre i costi selezionando solo i 15 secondi più efficaci?), ma per qualsiasi altra leva del marketing come il posizionamento del materiale in-store, la valutazione del packaging del prodotto o per analizzare l'equity del brand.

A differenza dei metodi di marketing tradizionali come l'analisi dei clic, è possibile individuare quali sono gli elementi che distraggono il lettore, ma anche quelli che ne frenano o complicano i processi di interazione. Ad esempio, secondo lo studio Nielsen e Pernice relativo al rapporto fra Web Usability e Eye Tracking (29), il 73% degli utenti ignora gli annunci grafici senza testo in cima alla pagina, il 71% ignora gli annunci animati, il 65% ignora gli annunci in cui il testo è sovrapposto alla grafica e il 63% degli utenti ignora gli annunci grafici senza testo a destra della pagina.

Attraverso l'eye tracking è possibile anche evidenziare gli elementi che la nostra vista ignora e quelli che grazie alla loro visibilità vincente traducono questa analisi in opportunità di business. Gli annunci che hanno lo stesso stile visuale del sito in cui sono inseriti sono preferiti dal 88% degli utenti, gli annunci grafici senza testo sulla fascia destra vengono visualizzati dal 63% degli utenti mentre sulle pagine di ricerca e i link sponsorizzati vengono fissati dal 78% degli utenti se compaiono all'inizio dei risultati ma solo dal 33% se compaiono sulla fascia destra della pagina.

L'eye tracking sfata il mito dell'utente passivo alle pubblicità e dimostra che gli utenti con una normale esperienza di navigazione hanno già sviluppato istinti di selezione altamente efficaci come difesa contro la distrazione indotta dalle pubblicità on line invasive.

## **Cosa è possibile misurare con l'eye tracking**

Un sistema di eye-tracking, grazie al software correlato, può fornire diversi tipi di misurazione dei movimenti oculari e diversi metodi di visualizzazione dei dati raccolti. Vediamo ora una panoramica delle misure possibili che si possono effettuare.

In particolare i parametri che vengono maggiormente utilizzati sono: le fissazioni, i movimenti saccadici e lo scanpath.

Le fissazioni rappresentano il tempo in cui l'occhio rimane fisso su un oggetto;

Per quanto riguarda le fissazioni, i parametri che possiamo andare a rilevare sono:

Numero totale di fissazioni: ad esempio, un maggior numero di fissazioni indica una ricerca meno efficiente;

numero di fissazioni per area di interesse: ad esempio un maggior numero di fissazioni in una determinata area può indicare che questa esercita una maggiore attrattiva o è ritenuta più significativa dall'utente;

durata della fissazione: come già detto, può indicare una scarsa comprensione dell'oggetto o una forza attrattiva di quest'ultimo;

gaze: è una misura che indica la somma della durata delle fissazioni in una determinata area, e può essere usato per rilevare la distribuzione dell'attenzione su diverse aree;

densità spaziale delle fissazioni: in un compito di ricerca, più le fissazioni sono concentrate in una determinata area più la strategia di ricerca è efficiente;

tempo trascorso fino alla prima fissazione su di un obiettivo dall'inizio della registrazione: meno tempo trascorre fino alla prima fissazione su un target, più questo è identificabile facilmente.

percentuale di utenti che fissano un'area target: se la percentuale di utenti che fissa un'area ritenuta importante è bassa, questo significa che deve essere riprogettata o evidenziata in altro modo.

In uno studio di usabilità per interpretare le fissazioni nel giusto modo bisogna sempre tenere presente cosa è stato chiesto all'utente di fare: se all'utente è stato chiesto di identificare un link e le etichette del menù vengono fissate molto a lungo, probabilmente questo significa che l'elemento non è di facile individuazione.

Il rilevamento delle saccadi (rapidi movimenti che l'occhio compie per spostare lo sguardo da un target all'altro. Durante le saccadi l'elaborazione delle informazioni nel cervello viene sospesa), permette dare altre considerazioni:

numero di saccadi: un maggior numero di saccadi sta ad indicare una ricerca maggiore e quindi più difficoltosa;

ampiezza della saccade: più le saccadi verso un target sono ampie, più questo oggetto esercita un potere attrattivo anche da lontano;

regressioni: questo parametro è molto utile nell'analisi della lettura di un testo, dato che regressioni dello sguardo significano testi meno comprensibili perché il soggetto è costretto a tornare su ciò che ha già letto.

Lo scanpath, infine, indica una sequenza completa saccade-fissazione-saccade

Anche per quanto riguarda gli scanpath ci sono delle misure rilevabili:

durata e lunghezza: uno scanpath molto lungo in termini di durata e lunghezza indica un'esplorazione della pagina o una ricerca poco efficiente;

regolarità: percorsi oculari che deviano dalla norma indicano una difficoltà per l'utente, probabilmente dovuta al layout dell'interfaccia;

direzione: può essere utilizzata per rilevare la strategia di ricerca degli utenti nel caso di liste, menù, etc.

## Visualizzare e analizzare i dati raccolti

I dati raccolti possono essere presentati secondo due metodologie: tramite rappresentazioni visive e tramite numeri. Un esempio di rappresentazioni visive sono: il *replay del tracciamento oculare*, il *gaze plot*, le *mappe del calore*.

Il replay consiste in un video che mostra le "azioni" svolte dall'utente, come ad esempio la navigazione di un sito web, con in sovrapposizione il percorso dei movimenti oculari in tempo reale, rappresentati tramite segmenti, che indicano gli spostamenti dello sguardo, e cerchi che indicano le fissazioni; in questo modo è possibile ricostruire istante per istante cosa l'utente sta osservando (fig. 28 e 29).



Figura 28: Home page del Corriere.it con in evidenza il percorso dello sguardo dell'utente durante la lettura del menu di navigazione.



Figura 29: Pagina web con in evidenza il percorso dello sguardo dell'utente mentre osserva un banner pubblicitario.

Il gaze plot invece è la ricostruzione statica del percorso effettuato con lo sguardo dall'utente, reso tramite segmenti (saccadi) e cerchi (fissazioni) colorati; i cerchi sono ordinati cronologicamente tramite numerazione progressiva e la loro grandezza è in relazione diretta con la durata di quella fissazione. Al passaggio del mouse su ciascuno, appare una piccola finestra in cui viene segnalata la durata di quella fissazione, l'istante di inizio e quello di fine (fig. 30).



Figura 30: 6 Home page del sito Repubblica.it con in evidenza il percorso dello sguardo dell'utente e i dati relativi alla singola fissazione.

Attraverso il gaze plot si può ricostruire la strategia di ricerca dell'utente. Generalmente, gaze plot "complessi" testimoniano una difficoltà di esecuzione del compito assegnato o la scarsa chiarezza del contenuto o del layout proposto;

si veda ad esempio il gaze plot "semplice" in figura 7, confrontato al quello più "complesso" di figura 8, dove entrambi rappresentano la ricerca di un link posto nella barra di navigazione a sinistra della pagina contornato nell'immagine da un rettangolo rosso. Inoltre, anche il numero totale delle fissazioni e il tempo trascorso sono indici della complessità dell'azione intrapresa.



Figura 31: Esempio di un gaze plot "semplice" che mostra la ricerca di un link posto nell'area evidenziata da un rettangolo rosso a sinistra.



Figura 32: Esempio di un gaze plot "complesso" che mostra la ricerca di un link posto nell'area evidenziata da un rettangolo rosso a sinistra.

Le mappe di calore invece mostrano visivamente la percentuale di utenti che ha fissato una certa area o oggetto, utilizzando una scala graduata che va dal verde al rosso (fig. 33) oppure il numero o la lunghezza delle fissazioni nelle diverse zone; più le macchie tendono al rosso, più le fissazioni sono state effettuate su quell'area, o più utenti l'hanno fissata.



Anche attraverso l'analisi delle mappe di colore possiamo dedurre le diverse strategie di ricerca e la chiarezza dell'informazione o del layout, ma, soprattutto, la maggiore o minore attrattiva o salienza delle diverse aree della pagina; ad esempio, nella figura 33, si può notare come l'attenzione si sia concentrata sul gruppo centrale di statue e sul pulsante per passare alla foto successiva.



Figura 33: Hot spot che indicano la percentuale di utenti che hanno fissato una determinata area della pagina; a sinistra si può vedere la legenda dei colori.

Di seguito sono riportati alcuni esempi che ci permettono di capire come interpretare i risultati ottenuti con questo sistema.

Nel seguente esempio (figura 34) vediamo rappresentati un bambino e un titolo (sulla destra) che esprime la necessità di prendersi cura della pelle del bambino. La mappa del calore mostra come l'attenzione dell'utente sia catturata principalmente dal viso del bambino (zona in rosso).

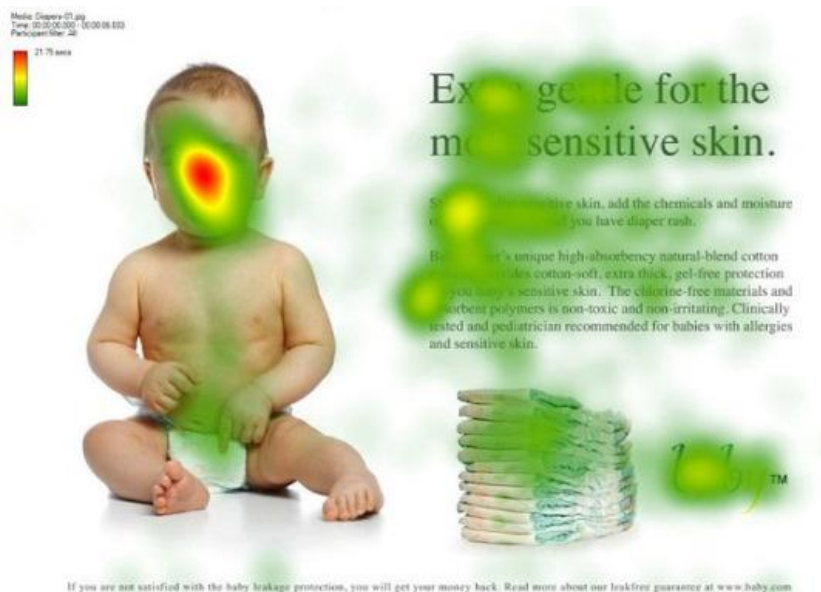


Figura 34: Hot spot che indica la diversa durata delle fissazioni sulle differenti aree della pagina.

In realtà, dal punto di vista del marketing, ciò che dovrebbe catturare l'attenzione è la frase (posta alla destra del bambino) in cui è descritta una delle proprietà principali del prodotto. Questo è un esempio di pubblicità non riuscita.

In figura 35 è rappresentata una seconda versione dello stesso slogan, l'unica differenza è il bambino messo di profilo che guarda il titolo oggetto del marketing. Possiamo osservare dalla mappa del calore che gli occhi degli utenti sono focalizzati sul volto del bambino e seguono immediatamente il titolo e l'area del testo verso cui il bambino è rivolto. Questa seconda immagine invece fa focalizzare l'attenzione sulla frase, raggiungendo l'obiettivo del marketing.

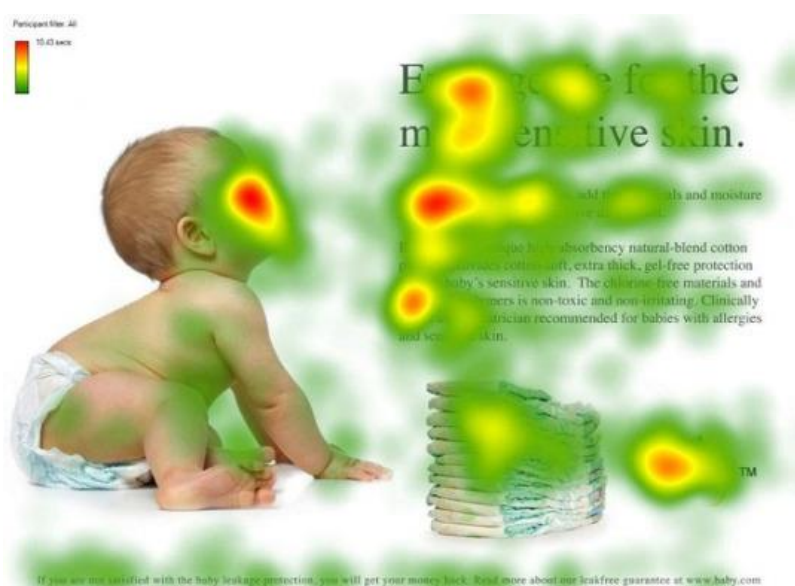


Figura 35: Hot spot che indica la diversa durata delle fissazioni sulle differenti aree della pagina.

Un altro aspetto interessante che vale la pena considerare è lo studio condotto dal Gruppo Nielsen (30), secondo cui gli utenti tendono a navigare i siti in base alle loro abitudini di lettura, così in tutti gli articoli, siti di e-commerce, e risultati dei motori di ricerca, le persone navigano quasi sempre in un modello di forma a "F" che favorisce fortemente il lato sinistro dello schermo. Questo aspetto è ben visibile nella mappa del calore mostrata in figura 36.



Figura 36: Hot spot che indica come le persone tendano ad usare un modello a F quando navigano sui siti.

## Valutazioni: Vantaggi

Ricapitolando, i dati raccolti con l'eye-tracker permettono di effettuare diverse valutazioni:

misura dell'interesse dell'utente in relazione ad aree differenti e attrattiva del contenuto;

misura della chiarezza e della densità dell'informazione nelle diverse aree;

misura dell'adeguatezza del layout.

Conoscere dove e cosa l'utente guarda di uno slogan pubblicitario, piuttosto che di un oggetto, è estremamente importante per le strategie di marketing da attuare (domande a cui attraverso le tecniche tradizionali non è possibile rispondere). Si pensi, ad esempio, alla valutazione dell'efficacia di un link a una pagina a cui vogliamo indirizzare gli utenti: se il link non viene trovato, con i normali test non possiamo sapere se ciò è dovuto al fatto che l'utente non l'ha visto, o se l'ha visto, ma non ha capito si trattasse del link giusto.

Quindi con i metodi tradizionali è possibile comparare due interfacce e scegliere la migliore sulla base del tempo necessario per eseguire un compito o sul numero di errori effettuati, ma non sarà possibile capire i motivi che si celano dietro questa differenza di prestazioni, soprattutto perché spesso l'unico riscontro si basa su ciò che dichiarano gli utenti, il che non sempre risponde a verità.

## Valutazioni: Svantaggi

La tecnica dell'eye-tracking presenta ovviamente anche dei limiti che devono essere considerati quando si programma una sessione di test.

Ad esempio, un problema potrebbe derivare dalla possibilità di influenzare i dati raccolti nel caso in cui l'utente non veda l'interfaccia o la pagina web per la prima volta e sappia già cosa aspettarsi; questo caso, però, rappresenta un limite solo qualora si voglia valutare quali sono i percorsi di ricerca in una pagina che si presenta per la prima volta, limite che può essere ovviato con una corretta selezione degli utenti che dovranno effettuare il test.

L'eyetracker non può inoltre riportare i dati riguardanti la visione periferica: quando un utente sta fissando qualcosa, nello stesso tempo attraverso la visione periferica riesce anche a intuire cosa lo circonda.

Infine, un limite intrinseco a questa metodologia dipende dal fatto che non si può affermare sempre con certezza che l'utente sia veramente cosciente di quello che sta guardando e che lo stia effettivamente elaborando nel cervello. Ovviamente, secondo l'Eye-Mind Hypothesis questa elaborazione avviene quasi sempre, ma non è possibile trarre conclusioni su base individuale e occorre quindi testare un gruppo di utenti prima di fare delle considerazioni definitive e integrare con ulteriori tecnologie (come l'EEG, la PET, l'fMRI) che permettono di avere info riguardo i meccanismi cerebrali che si attivano in risposta ad un determinato stimolo.

# Modelli Comportamentali

Socrate sosteneva che la conoscenza è come un sigillo impresso nella cera.

“Imprimiamo ciò che vogliamo ricordare di quello che vediamo o udiamo, o pensiamo nella nostra mente, sottoponendola alle nostre sensazioni ed ai nostri pensieri, come se vi imprimessimo impronte di sigilli”. Qualunque cosa sia impressa nella cera, diceva Socrate noi la ricordiamo e ne abbiamo scienza, finché l’immagine resti nella cera, ma “ciò che invece venga cancellato e non sia in grado di rimanervi improntato, lo dimentichiamo e non ne abbiamo scienza”(31). Una metafora suggestiva che ci permette di cogliere il significato di qualcosa che realmente esiste avviene inconsciamente nel nostro cervello ovvero ricordare ciò che ci ha impressionato.

António Rosa Damásio, neurologo, psicologo portoghese, ha compiuto importanti studi sulle basi neuronali, della cognizione e del comportamento. Il neuroscienziato nel saggio del 1995 *"L'errore di Cartesio"*, mette in evidenza come nella tradizione culturale di Cartesio le emozioni sono svalutate, nasce un vero e proprio dualismo mente-corpo, due elementi strettamente separati, perché secondo Cartesio le emozioni perturberebbero la ragione. Ma Damásio dimostra invece che c’è una stretta relazione mente-corpo, dove il corpo può generare continue informazioni che il cervello costruisce in immagini ordinate (risposte interne) che faranno parte del pensiero da cui origina un comportamento (risposte esterne). "In massima parte, le parole che usiamo nel nostro discorso interno, prima di pronunciare o di scrivere una frase, esistono nella nostra coscienza come immagini visive o uditive; se non divenissero immagini, non sarebbero alcunché di conoscibile." (32)

L’immagine creata dopo aver ottenuto, ad esempio un esito da una decisione è definita marcatore somatico. Il ruolo è quello di forzare l’attenzione sull’esito dopo un’azione o decisione, in modo da restringere le scelte. I marcatori somatici rendono preciso e efficiente il processo di decisione. “La mia idea è che i marcatori somatici assistano il processo di scelta, anzi, essi riducono il bisogno di scelta perché forniscono una rilevazione automatica dei componenti dello scenario che è più probabile siano rilevanti. Dovrebbe risultare così evidente l’associazione tra processi cosiddetti cognitivi e processi chiamati emotivi.”(32) Sono le stesse scorciatoie cognitive quasi istantanee che sono alla base della maggior parte delle nostre decisioni di acquisto. La maggior parte dei consumatori valuta le proprie scelte per ben due secondi e raramente vengono espresse a voce alta. Se vi chiedessero il processo che vi ha portato ad acquistare un prodotto rispetto ad un altro molto probabilmente penserete che sia tutto frutto dell’istinto. In realtà la vera motivazione sta nel fatto che le scelte si creano dopo un ragionamento di associazioni, positive o negative, di cui non eravamo coscienti. Quando decidiamo cosa acquistare il cervello effettua una sorta di

rassegna su una quantità di ricordi, fatti e emozioni e le canalizza in una risposta rapida che si concretizza con il prodotto messo nel carrello.

I marcatori somatici non sono spesso riflessi di ricordi ma possono essere creati anche ogni giorno. Ovviamente se la collezione di marcatori è ampia tanto più riusciremo a prendere una decisione. Le pubblicità ben fatte riescono a creare questi marcatori per indurre ad una scelta mirata. Per capire rifacciamoci ad un esempio proposto da Martin Lindstrom, uno degli esperti di marketing più apprezzati al mondo, consulente dei manager di grandi aziende globali. Pone in esame come un consumatore di fronte ad uno scaffale di pneumatici oggettivamente vede "un oceano di gomma nera" ma in maniera spontanea è attratto dai pneumatici della Michelin, molto spesso vengono acquistati pensando che sia la scelta giusta, ma senza dare una risposta concreta sul perché si è scelto quel brand. Questo perché l'azienda tramite spot pubblicitari mirati è riuscita a creare dei marcatori somatici che fanno ricadere la scelta sul proprio prodotto. Pensiamo alle pubblicità dei pneumatici Michelin: un bambino che gattona dentro e fuori dal pneumatico oppure l'uomo della Michelin paffuto o anche le guide della Michelin su ristoranti e viaggi, dette così sembrano informazioni sconnesse, ma caratteristiche come: la sicurezza per i bambini a bordo, resistenza e affidabilità, il nostro cervello le associa arrivando ad una scelta finale che sembra razionale ma non lo è per nulla. Spesso le strategie di uno spot sfruttano l'umor per creare marcatori somatici ma molti brand oggi si affidano anche all'utilizzo della paura: farmaci per l'obesità, creme per l'invecchiamento o altri prodotti che le aziende vogliono far acquistare credendo che nessuno può farne a meno per vivere bene.

## **Sensory Branding**

La scoperta più interessante è che molte aziende si sono concentrate nel dare valore al loro brand in modo che potesse essere riconosciuto, quindi la strategia è diffonderlo ovunque; in metropolitane, per strada, su internet, in TV senza pensare ad un marketing che può non solo essere riconosciuto ma che può stimolare i cinque sensi; stiamo parlando del Sensory Branding: "l'approccio del marketing sensoriale cerca di colmare le carenze del marketing tradizionale che è troppo razionale. Il marketing classico è basato sull'idea che il consumatore sia razionale, che il suo comportamento sia interrotto in definiti e ragionati stadi, in relazione all'offerta, alla concorrenza e alla risposta ai suoi bisogni. Al contrario, il marketing sensoriale aggiunge nel processo i sentimenti e le esperienze vissuti dai consumatori." (33)

La Dott.ssa Gemma Calvert tra i più grandi pionieri del neuromarketing (direttore del nuovo Centro fMRI al Warwick Manufacturing Group), in collaborazione con Martin Lindstrom hanno approfondito questo nuovo approccio ponendo l'accento su una caratteristica che hanno riscontrato in un esperimento condotto tra la

correlazione del brand e i nostri sensi. Nello studio è emerso che se venivano presentate le fragranze e le immagini singolarmente i soggetti le trovavano piacevoli allo stesso modo quindi dimostrava che il consumatore è attratto sia dal profumo che dalla vista. Nel secondo studio la Dott.ssa Calvert presentava le immagini e le fragranze insieme e il risultato fu che i soggetti valutavano le associazioni ancora più positive rispetto al primo esperimento. Quindi quando una fragranza si adatta bene a un'immagine visiva altrettanto attraente e coerente si percepisce tutto in maniera più piacevole ma è anche probabile che lo ricordiamo. Quindi molte aziende hanno ben pensato di associare giuste fragranze al prodotto che vendono.

Paco Underhill nel suo bestseller *Why We Buy* descrive anche un altro senso utilizzato in maniera inconsapevole dai consumatori: è il tatto. Sembra inevitabile entrare in un negozio e toccare i capi o gli oggetti che siamo intenzionati ad acquistare, in automatico effettuiamo un test sensoriale molto importante per decidere se acquistare o meno quell'oggetto.

Molti brand hanno dedicato studi per la ricerca di un suono distintivo. Infatti quando viene abbinato il brand ad una melodia branded è più facile ricordare il prodotto anche più a lungo, creando un marcatore somatico che facilita l'acquisto. Una musica di sottofondo in un negozio può trasmettere potere, prestigio, divertimento ed influenza inevitabilmente l'umore del cliente e il suo modo di processare i messaggi a cui viene esposto. (34)

Grazie allo studio di fMRI è stato possibile valutare in che misura i sensi possono condizionarci interagendo tra loro in modo da avere degli input sensoriali che guideranno i nostri acquisti. "Le emozioni sono una delle forze più potenti che guidano i nostri acquisti" (35)

## **Neuroni Specchio**

Molto spesso capita di provare indifferenza per un tipo di prodotto che sia un paio di scarpe o un nuovo modello di jeans che consideriamo orribile ma all'improvviso si cambia idea perché si vede lo stesso prodotto indossato o utilizzato dalla maggior parte di persone che ci passano davanti. Il motivo di tale comportamento è stato scoperto analizzando la regione F5, ovvero l'area premotoria cerebrale dove esiste una popolazione di neuroni detti neuroni specchio. Furono scoperti nel 1992 da uno scienziato italiano, Giacomo Rizzolatti (36) mentre con il suo gruppo di ricerca stava studiando l'organizzazione cerebrale per quanto riguarda il comportamento motorio in una specie di scimmie, il macaco. Osservarono che i neuroni premotori si accendevano non solo quando la scimmia compiva un movimento "finalizzato" cioè legato ad un oggetto ma anche quando osservava altri farlo. (fig. 37)



Figura 37: Studio sui neuroni specchio sulle scimmie di macaco.

Grazie a scansioni di fMRI e EEG allo stesso modo risponde il cervello umano, presentando la stessa popolazione di neuroni specchio nella zona della corteccia frontale e parietale superiore. Tutto quello che vediamo fare agli altri, nella nostra mente lo facciamo anche noi. Non solo ci fanno imitare gli altri ma sono anche responsabili dell'empatia, mettendoci in sintonia con i sentimenti degli altri possiamo immaginare cosa provano. Questa scoperta è possibile proiettarla nel mondo del comportamento d'acquisto, i neuroni specchio aggirano il pensiero razionale in modo da imitare ciò che "vedono" fare da altri, quindi influenzando anche le nostre decisioni d'acquisto. Non agiscono da soli ma insieme alla dopamina, sostanza chimica che induce piacere, sostanza che influenza molto le decisioni d'acquisto perché aumenta se il prodotto su uno scaffale risulta seducente e non si può far a meno di desiderare di comprarlo. Fuori dal negozio con il prodotto nel sacchetto ormai acquistato l'euforia diminuisce perché i livelli di dopamina al cervello si abbassano. La dopamina aumenta in previsione di ricompense legate all'acquisto, monetarie, d'azzardo e sociali. Soffermiamoci su queste ultime, le ricompense sociali, in termini di miglioramento del proprio status sociale la dopamina aumenta quando vediamo un prodotto che riteniamo cool e alla moda, lo acquistiamo per avere una migliore percezione di noi stessi, è come portare a casa un poco di quella popolarità insita nel prodotto chic. "Il futuro della pubblicità sono i neuroni specchio, molto più potenti di quanto gli stessi uomini di marketing avrebbero potuto immaginare" (35).

## Product Placement

Con il termine product placement si intendono quelle attività di comunicazione basata su una pubblicità indiretta, ovvero collocazione di un prodotto o di una marca all'interno di una storia con un contenuto narrativo già costruito; come un libro, un film, videogames, eventi e format televisivi, tutto a fronte di un corrispettivo aumento economico per l'azienda che pubblicizza il prodotto.



“I pubblicitari non saranno soddisfatti fino a che non metteranno il loro segno su ogni foglio d’erba” (Rance Crain, caporedattore di *Advertising Age*). Il product placement può essere applicato in diverse forme:

Visuale (*screen placement*): in questo caso il logo è ben visibile in primo piano, se inserito come sfondo alla scena la durata dell’inquadratura deve essere più lunga affinché venga memorizzato il brand.

Verbale (*script placement*): il marchio viene citato dal protagonista, è una tecnica molto incisiva ma meno utilizzata rispetto allo screen placement anche perché si crea un’associazione tra brand e protagonista.

Integrata (*plot placement*): il prodotto è collocato direttamente nella trama è la forma di product placement più potente per promuovere un prodotto. Nasce una collaborazione tra azienda e produzione. In alcuni casi è possibile includere il brand nel titolo di un film (es. *Il diavolo veste Prada*) (*name placement*).

È scontato dire che per avere una strategia efficace il prodotto deve essere ben integrato nella trama di uno spot o di un film.

Una tra le società produttrici di occhiali da sole con sede negli USA verso la fine degli anni Settanta e l’inizio degli anni Ottanta ha avuto un ribasso nelle vendite. Un giorno decide di investire in pubblicità indiretta nel film del 1983, *Risky Business* di Paul Brickman, gli occhiali vennero indossati da Tom Cruise, le vendite aumentarono del 50 per cento. (fig. 38)

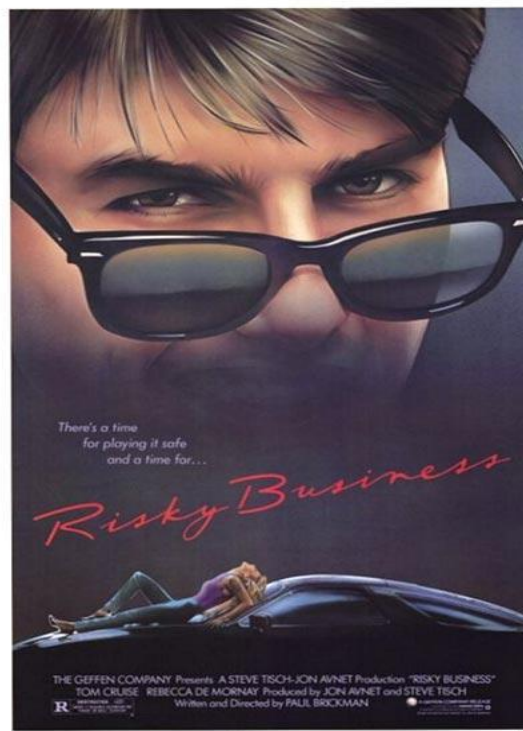


Figura 38: Risky Business di Paul Brickman

Tre anni dopo all'uscita del film *Top Gun*, di Tony Scott, lo stesso attore indossava gli stessi occhiali, le vendite incrementarono del 40 per cento. Nel 2002 in *Men in Black II*, Will Smith come Tom Cruise in indossava quella marca, il risultato fu che le vendite triplicarono e furono pari a risultati che poteva dare un investimento di 25 milioni di dollari di pubblicità (37). Il brand di cui stiamo parlando è ancora ben posizionato sul mercato, la Ray-Ban.

Un test effettuato da Lindstrom e collaboratori ha permesso di analizzare l'intensità di un ricordo che uno spettatore può avere per un logo dopo una pubblicità indiretta, tutto ha come conseguenza un collegamento al futuro comportamento d'acquisto. Ai soggetti dello studio sono stati presentati 20 brand di prodotti differenti per un secondo di tempo. Alcuni di questi brand erano stati inseriti in spot di 30 secondi durante *American Idol*, un talent show statunitense, il risultato è che venivano ricordati di più i prodotti strategicamente posizionati nella trasmissione o pubblicizzati nel programma, inoltre si crea un effetto bidirezionale, non solo un'aumentata intensità del ricordo del prodotto, ma si crea un indebolimento del ricordo di altri brand.

## Publicità Occulta

Analizzando il settore del tabacco, la prima pubblicità di cui si ha notizia risale al 1789 e fu pubblicata sul *New York Daily Paper*, negli Stati Uniti dove fumare era frequente gli annunci pubblicitari comparivano esclusivamente sui quotidiani. (Fig.39)



Figura 39: pubblicità del 1789 sul *New York Daily Paper*

Da fine Ottocento e per tutto un secolo le aziende pubblicizzavano il loro prodotto agendo indisturbate. Questo periodo di assoluta libertà iniziò a volgere al termine: nel 1941 la Germania vietò di affermare che il fumo fosse innocuo, si vietarono cartelloni pubblicitari, annunci con altoparlanti e via posta. Il divieto di fare pubblicità al tabacco in Italia arrivò nel 1962. Negli Stati Uniti il 1964 fu l'anno in cui fu rilasciato il Surgeon general's advisory committee report on smoking and health, in cui si affermava sostanzialmente che fumare aumentava la possibilità di sviluppare il cancro. Fu emanata una legge che imponeva le diciture di avviso sui pacchetti e vietava di fare pubblicità al fumo. (38) Le aziende del tabacco sono state costrette a trovare mezzi alternativi per poter promuovere il loro prodotto; come le pubblicità subliminali. Soffermarci sulla natura del termine "subliminale". In psicologia venne introdotto dal filosofo psicologo A. H. Pierce per designare le sensazioni sotto il livello della coscienza troppo deboli per essere riconosciute. (39)

Lindstrom e collaboratori hanno effettuato uno studio con fMRI per valutare gli effetti della pubblicità subliminale. Hanno mostrato ai partecipanti in esame pubblicità subliminali di sigarette dove il logo non era visibile, era stato chiesto di non fumare per due ore prima del test così avevano tutti lo stesso livello di nicotina. Successivamente sono state mostrate pubblicità esplicite. Lo scopo è stato quello di verificare se la voglia di fumare era uguale in entrambe i casi. Le scansioni di fMRI hanno rivelato che le immagini subliminali provocano una maggiore attività nella corteccia visiva primaria perché c'è un maggior numero di informazioni sotto forma di immagini da elaborare, inoltre si registra una maggiore attività nei centri cerebrali del desiderio e ricompensa. Le immagini prive di logo producevano una voglia di fumare ancora più forte delle pubblicità in cui il logo è chiaro. La pubblicità subliminale è efficace perché i soggetti non sono coscienti di guardare uno spot pubblicitario rivolto a un particolare brand quindi abbassano la guardia, il cervello si lascia più facilmente soggiogare. Le aziende in seguito alle proibizioni impartite dalla Stato sulla messa a bando delle pubblicità sul tabacco hanno aggirato tali leggi creando strategie molto più potenti della pubblicità tradizionale il logo viene sostituito dalle immagini associate al fumo che risultavano molto più efficaci. Molte aziende hanno già iniziato ad usare pubblicità senza logo come la Philip Morris.

La scienza esiste da quando ci sono gli esseri umani i quali si sono interrogati da sempre sulle ragioni per cui ci comportiamo nel modo in cui ci comportiamo. Il marketing, invece è un'invenzione più attuale e formula le stesse domande della scienza quindi perché non associare le due discipline? Grazie agli esperimenti con la scansione cerebrale, le aziende hanno imparato a sfruttare al meglio il neuromarketing. Con tali esperimenti è stato scoperto che i nostri cervelli sono fatti in modo da attribuire al brand un significato quasi religioso creando una sorta di fedeltà immutabile al brand, ciò permetterà di prevedere direzioni e tendenze nel settore del commercio.

# **Interviste a key opinion leader del settore**

Il giorno 6 Dicembre 2016 abbiamo avuto l'opportunità di intervistare il Dott. Gianandrea Abbate, amministratore delegato di Emotional Marketing-Istituto di Ricerca e marketing strategico con l'esclusiva internazionale Mind M@p e molti altri prodotti di ricerca innovativi-, presidente di Psycho Research e partner di Mindgate, società che si dedica alla ricerca innovativa e alle nuove tecnologie. E' stato autore di un libro sulla psicolinguistica (Emotional Assets), di un libro sulle diverse dimensioni del marketing (Mind Marketing) e partner del laboratorio di comunicazione dell'Università Cattolica di Milano. Insegna in SDA Bocconi al Master dell'Università di Parma/Business School del sole 24 ore e alla Scuola di Palo Alto.

## **Di cosa si occupa attualmente?**

Di psicolinguistica ed Emotional Marketing.

## **In che rapporto è oggi l'Emotional Marketing rispetto al marketing tradizionale?**

Il nostro sistema rispetto ad altri come l'eye tracking, l'EEG, oltre a fare misurazione fa anche engineering emozionale della comunicazione. Le aziende hanno bisogno di sapere cosa devono fare per migliorare l'efficacia e la forza dell'impulso d'acquisto. Quindi cercano una strategia che gli dia risposte precise su cosa fare, non basta capire quali meccanismi sono alla base ma è necessario tradurli in una strategia da applicare.

## **Quali sono gli strumenti che utilizzate?**

In particolare noi utilizziamo le mappe mentali che permettono di mappare il pensiero del consumatore e tracciare un profilo dei diversi tipi di consumatore. In buona sostanza attraverso questo sistema siamo in grado di dire cosa, come e a chi comunicare. Sono state definite 7 categorie di consumatore (consumatori dal cervello rosso, verde, giallo, ecc...). Ognuna di queste classi ha determinate attitudini e peculiarità. Ad esempio i bevitori di caffè fanno parte di una specifica categoria, così come i lettori di libri. Per farle capire meglio le faccio degli esempi: alla domanda "quale è tra le 5 vocali quella più mala odorante?", il 77% delle persone rispondono la U. Oppure "L'azienda Monder produce tortellini oppure tubi di metalmeccanica?", il 90% delle persone risponde tubi di metalmeccanica (invece in realtà era produttrice di tortellini). Questo ultimo esempio in particolare le fa capire come è importante, per avere successo, che anche il nome del brand abbia il giusto posizionamento nella mente del consumatore.

Per fare tutto ciò noi utilizziamo un software che sfrutta un algoritmo di emotività artificiale che ci permette di sapere come creare un paradigma di comunicazione che sia efficiente per la classe di consumatore a cui voglio arrivare. Il nostro software ci dice come creare uno slogan in termini di musica, colore, nome, ecc...

## **Il vostro software può essere paragonato a sistemi come l'eye tracking, l'EEG?**

No, si tratta di due aspetti diversi. L'eye tracking dà una misura quantitativa di dove la persona si focalizza a guardare però non dice quale è il motivo per cui si è focalizzati lì, se e perché piace oppure no. Invece il nostro algoritmo permette di capire cosa piace al tuo target di consumatori.

## **Chi sono i vostri clienti?**

Sono diversi, molte banche, associazioni e aziende.

Il giorno 6 Dicembre 2016 abbiamo avuto il piacere di intervistare il Dottor Francesco Albano, Product Manager presso Alexion Pharmaceuticals. Nel corso della sua carriera svolgendo studi di imaging, il Dottor Albano ha avuto l'opportunità di approfondire la disciplina del neuromarketing.

### **Di cosa si occupa attualmente?**

Attualmente lavoro come Product Manager in un'azienda farmaceutica quindi, globalmente, di tutto ciò che va dal marketing alla comunicazione, dai rapporti istituzionali con l'AIFA all'organizzazione eventi fino al training clinico\scientifico.

### **Cos' è il neuromarketing secondo lei?**

Il neuromarketing è una tipologia di marketing che sfrutta le innovazioni e i metodi delle scienze biologiche.

Viene utilizzato per determinare forme di comunicazione efficaci e soprattutto per capire e influire sul flusso\processo decisionale del consumatore.

### **Quale tecnica di neuromarketing ritiene più efficace?**

Indubbiamente quello legato al senso di perdita. Il consumatore, generalmente in ogni ambito, è portato a pensare a ciò che può perdere (più risorse da investire, una vita, un bene) in caso di mancato acquisto e non a quello che potrebbe guadagnare acquistando. In breve il cervello reagisce più sensibilmente alla perdita (della quale si ha una memoria lunghissima) piuttosto che alla gioia del guadagno (il ricordo di un acquisto svanisce prestissimo).

### **Ha avuto modo di utilizzare queste tecniche?**

Raramente. Per i mezzi promozionali, lavorando in una branca MKTG abbastanza particolare, ci concentriamo sui colori o sulle frasi che possano accompagnare l'occhio del "consumatore" senza appesantire la lettura. Per i training f2f importante è catturare l'attenzione non nascondendo le mani (che in mostra sono simbolo di apertura), accompagnare l'occhio di chi ci guarda con voce e posizione del corpo ( se l'occhio inquadra bracciali, collane o altre disconnette il cervello dal discorso con progressivo calo dell'attenzione)

### **Perché un imprenditore dovrebbe investire nel neuromarketing?**

Non direi "investire" nel neuromarketing in quanto non tutte le aziende investirebbero in attività di ricerca legate a esami strumentali. Quello che

dovrebbe esserci è una maggiore implementazione dei dati disponibili ad oggi nell'uso lavorativo comune (fase progettuale).

### **Quale è secondo lei il futuro del neuromarketing?**

Se non viene implementato in azienda e quindi non riconosciuto come utile mezzo per ottimizzare il messaggio chiave di marketing potrebbe restare legato a ricerche di mercato (quindi salterebbe tutta la fase di progettazione)

### **Quali sono i punti di debolezza e quelli di forza del neuromktg?**

Forza: permette di focalizzarsi su ciò che il cliente cerca – colori, sensazioni ecc.-, può rendere una strategia di marketing tradizionale molto più mirata  
Debolezza: a meno che gli esami strumentali non siano stati già effettuati da terzi, personalmente non ho conoscenza diretta di aziende che abbiano investito in questa tipologia di test.

### **Quali elementi chiave devono essere presi in considerazione nella pianificazione di una strategia di branding?**

Solitamente è compito del Brand Manager in accordo con il Product Manager decidere quale strategia seguire. Le strategie di Branding sono molte e varie ma per quanto compete il mio campo sicuramente adottiamo strategie volte al lancio di più prodotti per una linea di marchio pre-esistente. Associare quindi il nome dell'azienda a prodotti che poi seguono linee di mercato diverse.

Il 6 Dicembre il Dott. Christian Caldato, famoso psicologo che utilizza tecniche di biofeedback e neurofeedback in contesti clinici, nel mondo dello sport e aziendale, ci ha concesso una preziosa intervista per questo studio. Attualmente il Dott. Caldato lavora presso "Minroom srl" e "Cooperativa Contesto" come psicologo, inoltre è collaboratore teorico e tecnico del brevetto "Mind Chair".

### **Di che cosa si occupa lei oggi?**

Sono responsabile del laboratorio di neuromarketing e mi occupo di analizzare le risposte psicofisiologiche a diversi stimoli sia in contesti digitali che in contesti reali.

### **Cosa intende esattamente lei per "Neuromarketing"?**

Il neuromarketing è un ottimo strumento per comprendere delle cose che prima riuscivamo a indagare solo in modo indiretto e riguarda tutti gli aspetti emozionali dell'esperienza degli utenti.

### **Guardando il vostro sito ci ha colpiti la frase "quali sono le emozioni associate al tuo brand, noi le misuriamo e aumentiamo il tuo engagement". Potrebbe dirci in cosa consiste?**

In realtà l'esperienza di brand è un'esperienza complessa che attraversa molti touch point, per esempio un'esperienza di una banca avviene attraverso la pubblicità, i rapporti che abbiamo con questa, per la sede, per gli ADS che vediamo su internet. Ognuna di queste componenti genera un'emozione, quindi genera il rapporto che abbiamo con quel brand e sono tutti passaggi che possono essere valutati.

Il tipo di esperienza che ha una persona nel momento in cui affronta queste situazioni, se prova difficoltà ad esempio quando prova ad aprire un conto online o se prova difficoltà quando entra all'interno della sede e cerca delle informazioni, sono tutte condizioni che influenzano l'immagine del brand e dell'esperienza che ognuno ha con quel prodotto.

### **Quali strumenti utilizzate per fare queste ricerche?**

Tutta la parte di test integra la componente classica delle interviste attraverso strumentazioni che valutano componenti fisiologiche. A seconda degli scopi del test definiamo che strumenti utilizzare. Utilizziamo EEG, strumenti che analizzano l'attività del sistema simpatico e l'eye tracking sia fisso che mobile. Questi sono gli strumenti che utilizziamo principalmente. Non utilizziamo fMRI per motivi abbastanza ovvi. Come azienda cerchiamo di indagare la condizione



più simile alle naturali esperienze degli utenti e fMRI tenderebbe a indurre un condizionamento falsando il risultato.

### **Quindi, secondo lei strumenti come fMRI e PET vengono utilizzati solo nell'ambito della ricerca?**

Sicuramente fMRI e PET trovano un loro utilizzo principalmente in ambito clinico (per fare diagnosi) e nella ricerca. Come ti dicevo poco fa, la fMRI è scarsamente utilizzabile nelle nostre ricerche, sia per la natura dei test proposti agli utenti che per i costi proibitivi. Stesso dicasi per la PET.

A TSW utilizziamo comunque strumentazioni in linea con gli standard delle pubblicazioni scientifiche che garantiscano al contempo un ottimo livello di usabilità: questo ci permette di effettuare analisi al di fuori del laboratorio senza falsare l'ecologia del paradigma. In ogni caso, se un'azienda viene a chiederci di fare un'indagine di neuromarketing non è interessata a vedere quali zone del cervello si attivano durante determinati compiti, ma richiede ovviamente garanzie ed altri tipi di informazioni.

### **Come avviene il rapporto tra voi e un'azienda che vi chiede una ricerca di neuromarketing?**

Di solito i clienti arrivano da noi con un problema ignorando quale sia la logica più appropriata per arrivare alla soluzione. Per esempio, se mi manca il latte, so che posso andare al supermercato e comprarlo. In questo caso non funziona proprio così, il neuromarketing è un servizio poco diffuso in Italia, quindi il cliente si presenta con una problematica che non sa ancora come affrontare; noi operiamo proprio a questo livello. TSW è nel mondo digital da oltre vent'anni, e da circa dieci si occupa di test d'usabilità portando gli utenti nei laboratori. Dopo avere analizzato le dinamiche del problema, ci occupiamo di individuare la metodica più appropriata per le analisi e la possibile soluzione da proporre al cliente. Alcune volte offriamo servizi specifici, ad es l'analisi di video con EEG ed Eye-Tracking per indagare i dropdown di attenzione ed engagement su un campione target, in linea con le esigenze del cliente (altro punto centrale per il setting di un paradigma sperimentale).

### **Solo l'eye tracking quindi non basterebbe per questo tipo di analisi?**

No, è molto importante affiancare all'eye-tracking la rilevazione elettroencefalografica per ottenere informazioni altamente contestualizzate sullo stato emotivo dell'utente. Ad oggi i due strumenti principali sono questi due. Nei casi particolari in cui questi non possano essere utilizzati, si cerca di usare altre

metodologie come la rilevazione dell'attivazione del sistema nervoso simpatico per indagare lo stress e l'intensità emotiva esperita.

Tale rilevazione è molto meno invasiva e visibile. Quindi se un nostro cliente vuol sapere se il tipo di servizio che sta offrendo è più stressante o meno di un altro format che lui stesso propone, possiamo usare i dati provenienti dal sistema nervoso come indici della difficoltà nel portare a termine un determinato compito.

### **Quale tipologia di clienti si rivolge a voi?**

Il panorama è abbastanza vario, si va dalle aziende molto grandi multinazionali a clienti più piccoli. In realtà dipende anche dal "come" si viene in contatto. Dato che siamo nel mondo digital da molti anni, abbiamo consolidato un portafoglio clienti tale per cui ci è possibile capire se all'interno delle varie necessità che ci presentano vi si possa inserire anche questo genere di servizio. Come dicevo prima è difficile che arrivi una richiesta specifica per il neuromarketing, ma questo solo perché il mercato non è ancora così pronto e preparato; ci è capitato in passato che ce lo chiedessero in modo specifico, ma sono rari casi, persone che hanno già delle competenze specifiche e quindi sanno di cosa parlano e sanno che un certo tipo di approccio potrebbe risolvere i loro problemi più agilmente.

### **Ci sono dei punti di debolezza nel neuromarketing? Se sì, quali sono?**

I punti di debolezza riguardano l'applicazione degli strumenti; noi possiamo riferirci solo a quanto si rinviene in letteratura circa l'argomento. Non è lo strumento in sé, ma l'interpretazione dei dati che genera punti di debolezza. È da un punto di vista metodologico che sono abbastanza rigidi. L'importante è non vendere cose che non possono essere vendute. Ad esempio, ci sono clienti che chiedono se delle persone possano o meno aver memorizzato un'informazione; ad oggi, dal mio punto di vista non è possibile esprimersi con tale certezza.

È possibile dire che la persona era nella condizione migliore per memorizzarla, e che ci sono buone probabilità che questo sia accaduto, ma a meno che non si proponga un'intervista a posteriori questa informazione certa non è possibile averla: è tutta una questione di realtà.

# Conclusioni

Dagli argomenti trattati nel corso di questo lavoro e dalle informazioni ottenute intervistando esperti nella disciplina del neuromarketing, abbiamo riscontrato che la mancanza di informazione a riguardo sia uno degli ostacoli principali alla sua diffusione. Nell'immaginario comune il neuromarketing è visto come un'estensione della ricerca scientifica e non come una disciplina capace di fornire strumenti utili con cui implementare le tradizionali strategie di marketing. Ciò si evince dal fatto che nelle riviste specializzate in marketing sono molto rare le pubblicazioni relative al neuromarketing.

Considerando che la maggior parte delle tecniche di Brain Imaging descritte implicano la localizzazione dell'attività cerebrale, si corre il rischio di cadere nell'equivoco che le neuroscienze siano uno studio sulla "geografia del cervello", una mappa di quali elementi **del cervello fanno un determinato** lavoro. Tale equivoco potrebbe essere alla base della bassa percezione dell'effettiva utilità delle neuroscienze nel marketing. L'impiego delle strategie di neuromarketing è ancora poco diffuso perché non c'è abbastanza evidenza di come il loro impiego possa generare vantaggio competitivo.

Bisogna anche osservare che i risultati ricavati dall'impiego delle tecniche di Brain Imaging sono soggetti ad interpretazione e quindi risulta anche difficile valutarne la qualità e la validità. Da qui si origina un'altra opinione piuttosto **diffusa secondo cui le strategie** di neuromarketing siano strumenti per soggiogare la mente.

Per tutte queste ragioni, ed anche a causa del costo rilevante relativo all'impiego di tali tecniche principalmente dell'fMRI, appare sostanzialmente prematuro che **l'impiego diretto del** Brain Imaging possa soppiantare **nel breve periodo i** tradizionali **strumenti** di misura delle risposte dei consumatori ai vari messaggi pubblicitari.

Per contro, non vi è dubbio di come le informazioni offerte da tali tecniche possano essere di valido aiuto nel testare e formulare ipotesi sull'efficacia della comunicazione pubblicitaria, garantendo l'accesso alle attivazioni neuronali dei soggetti fruitori della comunicazione stessa. A tal proposito è doveroso far riferimento agli studi sul "blink" attenzionale del prof. Raymond di Galles. Tali studi forniscono un esempio di come una buona interpretazione dei dati neuroscientifici possa favorire una comunicazione pubblicitaria più efficace. Infatti, è stato mostrato che quando le persone devono trovare una particolare immagine all'interno di una sequenza di immagini sostanzialmente simili, come

ad esempio quella di una particolare marca di dentifricio all'interno di una serie di immagini di dentifricio di altre marche, questo compito viene svolto efficacemente dai soggetti anche se l'immagine compare solo brevemente nel loro campo attenzionale. Il fatto sorprendente è che una volta che l'immagine che si cercava viene trovata, si sviluppa una sorta di cecità attenzionale per l'immagine immediatamente successiva a quella cercata. Questo fenomeno prende il nome di "*attentional blink*" (Raymond et al., 1992, Ward et al., 1996) in quanto si riferisce al deficit di attenzione che si verifica appena dopo aver trovato l'oggetto cercato. Per quanto riguarda il mondo pubblicitario, le conseguenze di tale fenomeno risultano decisamente interessanti: gli stessi ricercatori hanno osservato che quando un filmato contiene una scena particolarmente attraente generalmente l'informazione immediatamente seguente tale scena viene spesso persa a causa del fenomeno del "*attentional blink*". In un messaggio pubblicitario molto breve questa circostanza può verificarsi spesso in quanto è facile che il nome della marca appaia immediatamente dopo la risoluzione dell'azione che ha catturato l'attenzione dello spettatore. Dai risultati sperimentali si evince che il ricordo della marca diviene molto più evidente negli intervistati se questa compare non immediatamente a ridosso della "scena madre" dello spot. Questo esempio è stato riportato per far emergere come i risultati delle neuroscienze possano essere impiegati per determinare i tempi di comparizione della marca all'interno di uno spot video avendo come obiettivo quello di aumentare drasticamente la percentuale di ricordo della marca stessa.

Un altro aspetto che non si può trascurare riguarda il prezioso contributo fornito dalle mappe mentali nella mappatura del pensiero del consumatore e nell'individuazione di un profilo per ciascuna tipologia di consumatori. I consumatori sono quindi stati suddivisi in sette categorie (consumatori dal cervello rosso, verde, giallo, ecc.) ognuna definita da particolari attitudini e peculiarità. Tale categorizzazione può favorire ed agevolare i processi di definizione di una strategia di marketing strategico in particolare per quanto riguarda le fasi di targeting e posizionamento. La conoscenza delle attitudini e delle peculiarità delle varie categorie di consumatori potrebbe agevolare la fase di targeting in quanto renderebbe più semplice l'individuazione di ciò che potrebbe essere più attrattivo ed efficace per ciascuna categoria, e di conseguenza permetterebbe di scegliere in maniera accurata il proprio target. Allo stesso modo, nella fase di posizionamento, conoscere il profilo del consumatore scelto come target potrebbe rendere più efficace la comunicazione del beneficio sia funzionale sia emozionale che una determinata marca andrebbe a soddisfare, e di conseguenza consentirebbe alla marca di essere percepita dal consumatore target nel modo voluto.

Risulta importante sottolineare che, poiché le neuroscienze hanno come oggetto lo studio delle fondamenta del nostro senso di sé, questi temi di ricerca possono ingenerare preoccupazioni nella opinione pubblica se non condotti con la dovuta cautela. Per tale ragione, agli inizi degli anni 2002, un gruppo di neuroscienziati ha coniato il termine *Neuroetica* per aprire un campo di riflessione sull'impiego dei concetti che via via vengono scoperti dalle neuroscienze sul funzionamento dell'attività cerebrale e sul riflesso che questi concetti hanno nella nostra comprensione delle cose e dell'altro nella società attuale (Farah, 2002; Roskies, 2002). I campi di applicazione della neuroetica sono molti, alcuni di questi sono legati alle implicazioni che la moderna neurotecnologia può avere nella vita delle persone all'interno della nostra società. Generalmente si teme che il progresso tecnologico possa in un futuro prossimo monitorare e manipolare la mente umana mediante l'uso delle moderne tecniche di neuroimaging. Tale credenza è dovuta al fatto che per la prima volta può essere possibile rompere la privacy della mente umana, e giudicare le persone non solo per le proprie azioni, ma anche per i loro pensieri e le loro predilezioni non rivelate apertamente. Da quanto illustrato in questo lavoro è evidente come le tecniche di Brain Imaging quali PET, fMRI, MEG ed EEG ad alta risoluzione spaziale possano presentare nuove sfide etiche man mano che avanza la loro capacità di analisi e rappresentazione di ciò che avviene all'interno del cervello umano. Una di queste sfide è relativa alla possibilità di acquisire particolari informazioni relative al comportamento del soggetto sperimentale in maniera a lui "inconsapevole" durante le registrazioni di Brain Imaging. Nonostante questa possibilità sia ancora lontana dalla pratica (non si conoscono casi riportati in letteratura per questa possibilità), è pur sempre un dubbio che deve accompagnare le decisioni dei vari comitati etici che debbono sempre pronunciarsi circa le registrazioni di soggetti normali e patologici all'interno delle strutture di ricerca. E' opportuno che la comunità scientifica si doti di opportuni strumenti per monitorare la crescita di questi fenomeni e poterli regolamentare in maniera adeguata. Infatti, con la continua fruizione dei risultati delle neuroscienze nella nostra vita di ogni giorno la questione principale (Farah, 2005) non è se, ma piuttosto quando e come, le neuroscienze disegneranno il nostro futuro.

# Bibliografia

- 1) "Marketing Management" Philip Kotler 1967
- 2) "Neuromarketing: tecnologie e applicazioni" Gianluca Zaffiro 2010
- 3) *The Journal of Marketing 1992 by American Marketing Association*
- 4) "Marketing multicanale" Francesco Ricotta 2009
- 5) "Principi di Marketing", tredicesima edizione, Philip Kotler, Gary Armstrong, Pearson editore
- 6) "A theory of human motivation", A.H. Maslow, Psychological review, 1943, American Psychological Association
- 7) "Neuromarketing. Attività cerebrale e comportamenti d'acquisto." Martin Lindstrom
- 8) "Le bugie del Marketing" Martin Lindstrom
- 9) "Programmazione mentale" Eldon Taylor 2011
- 10) Distribution of cognitive load in Web search Jacek Gwizdzka 2010
- 11) Springer; F. Babiloni, V.M. Meroni, R. Soranzo; "Neuroeconomia, Neuromarketing e Processi Decisionali".
- 12) Piccin- Nuova libreria; A.M. Burt; "Trattato di Neuroanatomia".
- 13) CEA-Casa Editrice Ambrosiana; E.R. Kandel, J.H. Schwartz, T.M. Jessel; "Principi di neuroscienze".
- 14) Aras Edizioni; F. Savoldi, M. Ceroni, L. Vanzago; "La Coscienza".
- 15) Treccani, Dizionario di medicina  
[http://www.treccani.it/enciclopedia/struttura-e-funzione-del-cervello\\_\(Dizionario-di-Medicina\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/struttura-e-funzione-del-cervello_(Dizionario-di-Medicina)/)
- 16) Zanichelli; G. Lindzey, R. Thompson, F.B. Spring; "Psicologia".
- 17) Treccani, Dizionario di Medicina -  
[http://www.treccani.it/enciclopedia/sistema-limbico\\_\(Dizionario-di-Medicina\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/sistema-limbico_(Dizionario-di-Medicina)/)
- 18) J. Fleischman; "Phineas Gage: A Gruesome but True Story about Brain Science"
- 19) F. Babiloni, R. Soranzo, V. Meroni, *Neuroeconomia, neuromarketing e processi decisionali nell'uomo*, Springer, 2007
- 20) G. Coppini, S. Diciotti, G. Valli, *Bioimmagini*, Patron, 2013
- 21) Graziano M. (2008). *La Mente Del Consumatore*. Roma, Aracne.

- 22) Michael E. Phelps, PET: physics, instrumentation, and scanners, Springer, 2006, pp. 8–10.
- 23) Young H, Baum R, Cremerius U, et al., Measurement of clinical and subclinical tumour response using [18F]-fluorodeoxyglucose and positron emission tomography: review and 1999 EORTC recommendations., in European Journal of Cancer, vol. 35, n° 13, 1999, pp. 1773–1782, DOI:10.1016/S0959-8049(99)00229-4, PMID 10673991
- 24) Physiologie de la lecture et de l'écriture. Paris, 1905; bibliography in Annales d'oculistique, Paris, 1907, 137: 187.
- 25) J. K. Jacob, K. S. Karn. Eye tracking in human–computer interaction and usability research: ready to deliver the promises.
- 26) Levine J.L., An Eye-Controlled Computer. Research Report RC-8857, IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, N.Y., 1981.
- 27) Hutchinson T.E., White K.P., Martin W.N., Reichert K.C., Frey L.A., Human-Computer Interaction Using Eye-Gaze Input. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1989.
- 28) Benel, D. C. R., Ottens, D., & Horst, R. (1991). Use of an eye tracking system in the usability laboratory. In: Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting (pp. 461–465). Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society.
- 29) Eyetracking Web Usability Di Jakob Nielsen, Kara Pernice
- 30) F-Shaped Pattern For Reading Web Content by JAKOB NIELSEN on April 17, 2006.
- 31) <http://www.ousia.it/SitoOusia/SitoOusia/TestiDiFilosofia/TestiPDF/Platone/Teeeteto.pdf>
- 32) Antonio R. Damasio, *L'errore di Cartesio*, Adelphi edizioni, Milano 1995
- 33) B Daucé, S Rieunier, *Le marketing sensoriel du point de vente*, Recherche et applications en Marketing , 2002
- 34) ME Goldberg, K Basu, Mood, awareness, and product evaluation GJ Gorn, - Journal of Consumer Psychology, 1993
- 35) Martin Lindstrom, Neuromarketing attività cerebrale e comportamenti d'acquisto, Maggioli editore
- 36) Rizzolatti G, Craighero L, The mirror-neuron system, 2004;27:169-92.
- 37) <http://www.nytimes.com/2007/09/20/business/media/20nbc.html?em&ex=11904336000&en=d6d6c1a881c3ccc1&ei=5087%0a>
- 38) <http://www.posizionamentocreativo.it/comunicazione/item/articolo>

39) <http://www.dooyoo.it/archivio-presenza-di-posizione/pubblicita-occulta-e-pubblicita-subliminale/417334/>