



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO  
DIPARTIMENTO DI PSICOLOGIA

Via Verdi, 10 - 10124 Torino - Tel. 011-6702785 - Fax 011-6702061  
Via Po, 14 - 10123 Torino - Tel 011-6703051- Fax 011-8146231

Corso di Laurea Triennale in Scienze e Tecniche Psicologiche  
Elaborato finale

# EEG neurofeedback per l'autoregolazione emotiva

**Candidata**  
Giulia Ruffino

**Relatore**  
Ch.mo Prof. Fabio Veglia

**Matricola** 865256

**A. A. 2019/2020**

## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	2
<b>CAPITOLO 1 – AUTOREGOLAZIONE EMOTIVA</b> .....	3
<b>1.1 Sistemi motivazionali, meccanismi di difesa e <i>arousal</i></b> .....	4
<b>1.2 Meccanismi psicologici di autoregolazione emotiva</b> .....	7
<b>1.3 Basi neurali di autoregolazione emotiva</b> .....	13
<b>1.3.1 Regolazione emotiva “esplicita” e “implicita”</b> .....	14
<b>1.4 Gli approcci top-down e bottom-up in psicoterapia</b> .....	16
<b>CAPITOLO 2 – EEG NEUROFEEDBACK</b> .....	17
<b>2.1 Mindfulness, meditazione e EEG neurofeedback a confronto</b> .....	17
<b>2.1.1 Mindfulness</b> .....	17
<b>2.1.2 Meditazione</b> .....	18
<b>2.1.3 EEG neurofeedback</b> .....	20
<b>2.2 Posizionamento degli elettrodi 10-20</b> .....	21
<b>2.3 Allenamento di onde cerebrali</b> .....	24
<b>2.4 Protocollo alpha EEG neurofeedback</b> .....	25
<b>CONCLUSIONI</b> .....	26
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b> .....	28
<b>RINGRAZIAMENTI</b> .....	34

## **INTRODUZIONE**

Il presente elaborato si propone di indagare l'applicazione dell'EEG neurofeedback come trattamento per l'autoregolazione emotiva. Con "autoregolazione emotiva" ci si riferisce alla complessità di un processo che non è solo fisiologico ("regolazione emotiva"), né solo psicologico (volontario e verbalizzabile), ma piuttosto un processo automatico e viscerale che può essere allenato attraverso l'acquisizione di una maggiore consapevolezza dei propri stati emotivi. La disregolazione emotiva è stata riconosciuta come un fattore psicopatologico fondamentale in molti disturbi psicologici come il disturbo borderline di personalità, il trauma emotivo da evento o sviluppo traumatico, il disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ADHD), il disturbo da anoressia e bulimia nervosa (Guendelman, 2017). Tenendo conto dell'ampio ruolo della disregolazione emotiva in molte altre condizioni psicopatologiche, è ragionevole credere che gli interventi clinici incentrati sull'autoregolazione emotiva possano avere benefici sostanziali per questi disturbi psicologici. Lo studio sul ruolo della consapevolezza nel miglioramento dei processi psichici ha coinvolto diverse discipline tra cui la meditazione, nelle sue svariate applicazioni pratiche e cliniche come la Mindfulness. Lo scopo clinico che accomuna queste tecniche è la ricerca di uno stato di coscienza favorevole all'equilibrio dei processi mentali, tra cui l'autoregolazione emotiva. Ipotizzare la possibilità di poter osservare le qualità di uno stato meditativo attraverso il funzionamento cerebrale con le sue onde e le sue frequenze, richiede l'incontro di più discipline.

Le neuroscienze stanno attraversando una fase di trasformazione tecnologica, in cui vengono sviluppati dispositivi e protocolli volti ad interagire direttamente con le dinamiche cerebrali (a differenza ad esempio dell'intervento farmacologico che agisce sulla chimica del cervello). Perciò è necessario indirizzare la ricerca non solo sul modo in cui le persone imparano a guidare la propria attività, orientato agli obiettivi, ma anche sugli aspetti neurofisiologici delle dinamiche cerebrali per una miglior comprensione delle relazioni cervello-comportamento (Papo, 2018).

Il neurofeedback è una tecnica che usa dati in tempo reale, di solito elettrici nella forma di EEG (elettroencefalogramma), per aiutare a regolare gli schemi delle onde cerebrali. Tramite un feedback, che non utilizza né impulsi elettrici né farmaci, il soggetto “impara” ad auto-regolare la propria attività cerebrale, raggiungendo un livello maggiore di equilibrio e di funzionamento.

L’integrazione di evidenze psicologiche e neurobiologiche permette una maggiore comprensione del neurofeedback per una sua applicazione in ambito clinico.

## **CAPITOLO 1 – AUTOREGOLAZIONE EMOTIVA**

Per “regolazione emotiva” si intende l’insieme di strategie cognitive e comportamentali agite da un individuo, volte a modificare la comparsa, la qualità e la durata dell’esperienza emotiva vissuta in un dato momento (Gross, 1998).

Gross, psicologo e professore alla Stanford University, ha sviluppato un modello temporale di regolazione delle emozioni che verrà trattato in un paragrafo successivo (Gross, 2001). Fino a poco tempo fa, i modelli teorici prevalenti di stampo cognitivo-comportamentale enfatizzavano i processi *top-down* coscienti e deliberativi che richiedono risorse nella regolazione delle emozioni: la rivalutazione cognitiva (*reappraisal*), intesa come il cambiamento di interpretazioni o prospettive in senso positivo su una situazione stressante in modo da ridurre gli effetti negativi (Gross, 2002); il *problem-solving*, definito come il tentativo volontario di cambiare o contenere una situazione stressante (Anderson, 1993); l’accettazione, come predisposizione emotiva da assumere nei confronti di un’esperienza emozionale (Hayes, 2006). Data la velocità dei nostri processi cognitivi, è probabile che la regolazione emotiva agisca più che altro a livello implicito, cioè al di sotto della nostra volontà, essendo pervasiva nella vita di tutti i giorni (Koole, 2011).

Ciò ha favorito la nascita di un approccio *bottom-up* per la regolazione emotiva con tecniche che partono dal corpo per influenzare la mente come

l'EMDR, la psicoterapia sensomotoria, la Mindfulness, il biofeedback e il neurofeedback. In questo approccio, la consapevolezza gioca un ruolo fondamentale perché apre la possibilità di un allenamento progressivo ad un pattern di autoregolazione emotiva.

Per “autoregolazione emotiva” s'intende la capacità consapevole di mantenere la stabilità del sistema gestendo o alterando le risposte emotive a minacce e avversità (Sullivan, 2018).

In linea generale, avere una buona capacità di autoregolazione emotiva significa saper fronteggiare le emozioni della vita, senza ricercare la regolazione in agenti esterni come cibo, farmaci, sostanze, persone, attività. È chiaro che in quanto esseri umani, siamo costantemente nutriti dalle emozioni e in parte dipendiamo da esse, ma essere soggiogati dalle emozioni significa vivere una vita di altalena umorale che porta a sofferenza ed instabilità.

Imparare l'autoregolazione emotiva significa giocare un ruolo da protagonisti nella nostra vita, nel raggiungimento di obiettivi personali e nella costruzione di rapporti sociali appaganti. In linea teorica, l'esercizio di questa capacità può essere descritto attraverso degli intuitivi passaggi logici: per autoregolarmi devo prima di tutto, essere disponibile a sperimentare le emozioni e devo poterle osservare senza paura, per comprenderle e accettarle. Poi, posso scegliere di raggiungere un obiettivo (ad esempio professionale) e perseguirlo nonostante le emozioni del momento, utilizzando in modo flessibile delle strategie adattive e adeguate al contesto per modulare l'intensità e/o la durata della risposta emotiva.

Solo alla fine, potrò gestire e non sopprimere un'emozione disfunzionale, senza più attribuirle un'accezione positiva o negativa.

### **1.1 Sistemi motivazionali, meccanismi di difesa e *arousal***

La storia dell'uomo iniziata quattro miliardi di anni fa, suggerisce quei mandati biologici che ci hanno guidato nel corso della vita come motori dell'evoluzione. Autori come Darwin, Ekman, Bowlby con la teoria

dell'attaccamento e studiosi della prospettiva cognitivo-evoluzionista, condividono la tesi centrale che l'uomo, analogamente agli animali, abbia sviluppato delle tendenze psicobiologiche innate che regolano le sue emozioni e i suoi comportamenti per finalità adattive: i sistemi motivazionali. Sulla base della teoria del cervello tripartito (o "trino") formulata da Paul MacLean nei primi anni '70, i sistemi motivazionali innati si possono suddividere in tre categorie: i sistemi motivazionali arcaici (SMA), legati alle motivazioni "rettiliane" di sopravvivenza e riproduzione (MacLean, 1984); i sistemi motivazionali interpersonali (SMI), relativi alle motivazioni sociali "limbiche" che spingono ad entrare in relazione ed a costruire legami con i propri conspecifici (Liotti, 1994); i sistemi motivazionali epistemici (SME), associati al cervello neocorticale, che consentono la ricerca e la costruzione soggettiva di senso e di significato da condividere con gli altri (Veglia, 1999).

I sistemi motivazionali interpersonali di accudimento, attaccamento, agonismo ritualizzato e sistema di rango, accoppiamento sessuale, cooperazione tra pari e appartenenze sono attivati o disattivati diversamente per ogni situazione, che può essere affrontata attraverso una posizione interpersonale appropriata (Liotti, 2008). Tra gli strumenti per la regolazione degli SMI c'è la regolazione delle risposte emotive di competenza del sistema limbico. Un evento traumatico può disregolare un sistema (es. attaccamento traumatico) e i suoi strumenti regolatori, attivando gli arcaici meccanismi di difesa attacco/fuga caratteristici del cervello rettiliano (*ibidem*).

*Arousal* si riferisce al grado di attivazione e di regolazione neurovegetativa che ogni individuo presenta. In neurofisiologia, si utilizza anche per indicare uno stato di attivazione del sistema simpatico. Funziona da interfaccia per gli stimoli percettivi interni ed esterni che vengono elaborati dal tronco encefalico; rafforzati dall'attivazione delle strutture sottocorticali, come il talamo per l'intensità emotiva e il sistema limbico per l'attribuzione di significato; regolati e inibiti dalle strutture corticali, responsabili delle funzioni integratrici di memoria e coscienza. Il sistema neurovegetativo è un continuo alternarsi di

processi di attivazione e inibizione, ad ogni respiro, perciò l'equilibrio è dinamico (Duffy, 1957).

L'attivazione fisiologica altera le emozioni (ansia) e i pensieri (negativi), impedendo ai sistemi motivazionali superiori (interpersonali, epistemici) di essere performanti e di funzionare correttamente. L'attivazione neurovegetativa ed emotiva prevale sulle strutture superiori che si disregolano, impedendo all'individuo di attivare le sue conoscenze semantiche e procedurali. In stato di arousal, le strutture frontali e prefrontali si spengono e intervengono le reazioni di sopravvivenza: i meccanismi di difesa (attacco/fuga) e il *freezing*.

L'iper-arousal è uno stato di "iper-vigilanza" in cui prevale il sistema nervoso simpatico con le risposte di difesa di attacco/fuga e *freezing*. Solitamente si manifesta con tachicardia, aumento della sudorazione, accelerazione del respiro, agitazione fisica e motoria, tensione muscolare, tendenza all'azione ed aumento delle capacità di attenzione e memoria.

L'ipo-arousal è uno stato di "morte apparente" che segue il fallimento dei meccanismi di difesa, in cui prevale il sistema nervoso parasimpatico con il *faint*. Si tratta di una reazione che si manifesta con confusione, disforia emotiva (alterazione dell'umore in senso depressivo) ed anedonia (incapacità di provare piacere).

Daniel Siegel definisce "finestra di tolleranza" quel range di arousal ottimale all'interno del quale ci sentiamo regolati e le diverse intensità di attivazione emotiva e fisiologica possono essere integrate senza interrompere la funzionalità del nostro sistema (Siegel, 1999). All'interno della finestra di tolleranza le strutture frontali e prefrontali funzionano (Corrigan, 2011), è attivo il tratto ventro-vagale (Porges, 2001), i nostri SMI sono regolati (Liotti, 1995) e ci troviamo nell'area di "ingaggio sociale" (Porges, 2011) in contatto con la nostra conoscenza e con gli altri.

La teoria polivagale di Porges spiega come la mancata inibizione del sistema di difesa da parte del sistema di attaccamento una volta che l'evento traumatico sia terminato, favorisca uno stato dissociativo: se attacco/fuga non funzionano, è probabile che l'unica difesa possibile sia la finta morte, con l'attivazione del

nucleo dorsale del vago che ostacola le funzioni integrative superiori della coscienza (Porges, 2001).

## **1.2 Meccanismi psicologici di autoregolazione emotiva**

Il processo di regolazione emotiva può essere descritto con il modello accreditato di Gross che definisce le emozioni come un “processo dinamico, flessibile e multi-componenziale” e tiene in considerazione due aspetti: la comparsa nelle emozioni e il tempo della regolazione (Gross, 1998).

Il processo di comparsa delle emozioni è dinamico, ricorsivo, e si verifica in una particolare sequenza temporale: situazione, attenzione, valutazione e risposta. La sequenza inizia con una situazione emotivamente rilevante, reale o immaginaria, e prosegue nella direzione in cui è rivolta l’attenzione per essere valutata e interpretata, generando una risposta emotiva, fisiologica e comportamentale.

Il secondo aspetto riguarda il tempo della regolazione, poiché ciascuno di questi quattro punti può essere soggetto a regolazione. Gross identifica cinque strategie di regolazione emotiva che si possono verificare nel seguente ordine:

- selezione della situazione
- modificazione della situazione
- distribuzione dell’attenzione
- rivalutazione cognitiva
- modulazione della risposta

Il modello divide le strategie di regolazione emotiva in due categorie: *antecedent-focused regulation*, quelle che avvengono prima della risposta (selezione della situazione, modificazione della situazione, distribuzione dell’attenzione e cambiamento cognitivo) e *response-focused regulation*, quelle che avvengono dopo che la risposta emotiva è stata generata (modulazione della risposta).

**Tabella 1.1**

Strategie, modalità e psicopatologie di autoregolazione emotiva

<b>Strategia di regolazione</b>	<b>Categoria</b>	<b>Modalità</b>	<b>Psicopatologia</b>
Selezione della situazione	antecedent-focused regulation	Avvicinamento Evitamento	Disturbo d'ansia sociale Disturbo evitante di personalità
Modificazione della situazione	antecedent-focused regulation	Cambiamento esterno	Disturbo borderline di personalità
Distribuzione dell'attenzione	antecedent-focused regulation	Concentrazione Distrazione Ruminazione Preoccupazione Pensiero di soppressione	Depressione maggiore Disturbo d'ansia generalizzato Disturbo ossessivo compulsivo
Cambiamento cognitivo	antecedent-focused regulation	Reappraisal Distanziamento Umorismo	Disturbo dipendente di personalità
Modulazione della risposta	response-focused regulation	Soppressione Uso di droga Dormire <b>Esercizio</b>	Disturbi somatoformi Disturbi da abuso di sostanze

Una premessa importante da considerare è che le strategie situazionali sono più efficaci delle strategie intrapsichiche, perché sono implementate in precedenza nel processo di generazione degli impulsi. Proprio perché è così efficace, potremmo sottovalutare l'autocontrollo situazionale (l'astenersi da situazioni dannose che innescano ripetutamente emozioni negative) che ci risparmia dall'inutile lotta intrapsichica legata all'autocontrollo cognitivo. Ad esempio: studiare è generalmente più facile da fare in biblioteca che in un dormitorio rumoroso, l'esercizio fisico è più facile in palestra che nel soggiorno, l'astenersi dal cibo spazzatura è più facile a casa che al cinema. Allo stesso modo, il comportamento virtuoso è più facile quando ci circondiamo di persone di cui speriamo di emulare il comportamento.

Spesso non siamo liberi di selezionare le nostre situazioni ma, tuttavia, siamo in grado di apportare cambiamenti ovunque ci troviamo. Le strategie di modifica della situazione comportano il cambiamento intenzionale delle nostre circostanze a vantaggio (Duckworth, 2016).

La **selezione della situazione** comporta la scelta di affrontare o di evitare una situazione emotivamente rilevante. La persona che normalmente si avvicina ad una situazione, è disponibile a vivere le emozioni legate a quella situazione quindi non la teme. La persona che evita una situazione, diminuisce la possibilità di vivere un'emozione e ciò può avvenire perché la teme. La paura è connessa alla difficoltà di predire le risposte emotive e quindi all'incapacità di saper gestire quella situazione.

L'evitamento di situazioni sociali è una caratteristica peculiare delle persone con disturbo d'ansia sociale e disturbo di personalità evitante. L'evitamento è adattivo quando è una scelta consapevole che ci allontana da situazioni dannose, ma è disadattivo quando è una scelta obbligata che ci sottrae dalle situazioni quotidiane per paura di viverle. In generale, l'evitamento esperienziale è ritenuto una strategia controproducente di regolazione emotiva poiché impedisce all'individuo di rispondere efficacemente a stimoli emotivi, che vengono evitati, ed ha spesso il paradossale effetto di aumentare la sofferenza in relazione a tali stimoli (Hayes, 1996).

La **modificazione della situazione** è una strategia che ci consente di modificare una situazione per ridurne l'impatto emotivo. Si collega ad un cambiamento esterno dell'ambiente fisico o sociale con lo scopo di regolare l'emozione, a differenza del cambiamento interno che è il cambiamento cognitivo.

La strategia implica uno sforzo attivo per modificare la situazione esterna che non verrà subita passivamente. Ricorriamo a questa modalità quando, ad esempio, prendiamo le distanze da una persona aggressiva, oppure quando abbiamo un imprevisto e per non perderci l'appuntamento con una persona sostituiamo l'incontro con una chiamata. La strategia è adattiva o disadattiva nella misura in cui viene utilizzata.

Nei soggetti con disturbo borderline di personalità che risentono in genere di variazioni improvvise e drammatiche della propria identità con un senso di sé instabile, possono verificarsi rapidi cambiamenti per quanto riguarda obiettivi, aspirazioni, amicizie e persino orientamento sessuale (Comer, 2012). Data

l'instabilità delle relazioni personali e lavorative caratteristiche di questo disturbo di personalità, non sorprende che chi ne soffre sia portato continuamente a modificare la situazione esterna per non fare i conti con la sensazione di vuoto interiore che questi soggetti dichiarano di provare.

La **distribuzione dell'attenzione** consente di modificare la direzione della propria attenzione in relazione ad una situazione emotiva. La distribuzione dell'attenzione può avvenire nelle seguenti forme:

- concentrazione
- distrazione
- ruminazione
- preoccupazione
- pensiero di soppressione

Concentrazione e distrazione sono adattive quando dirigono l'attenzione da un contenuto emotivo doloroso ad altri contenuti piacevoli. Di fronte a stimoli di alta intensità emotiva, gli individui preferiscono impegnarsi nella distrazione piuttosto che nella rivalutazione cognitiva. Questo perché l'alta intensità dell'emozione destabilizza la capacità di valutazione cognitiva.

La ruminazione è definita come la passiva e ripetitiva focalizzazione della propria attenzione sui propri sintomi di disagio e sulle cause e conseguenze di questi sintomi. La ruminazione è generalmente considerata come una strategia di regolazione delle emozioni disadattiva, in quanto tende ad esacerbare lo stress emotivo. È stata anche implicata in una serie di disturbi tra cui la depressione maggiore (Nolen-Hoeksema, 2000).

La preoccupazione è l'atto cognitivo di dirigere l'attenzione a pensieri e immagini riconducibili ad eventi potenzialmente negativi in futuro. A differenza del problem-solving che è il processo cognitivo legato alla risoluzione di un problema, è disadattiva, in quanto enfatizza previsioni catastrofiche legate all'evento dai ricchi connotati ansiosi. Viene associata ai disturbi d'ansia, in particolare disturbo d'ansia generalizzato.

Il pensiero di soppressione è lo sforzo cognitivo di spostare l'attenzione da dai pensieri e immagini indesiderati ad altri contenuti in modo da modificare il

proprio stato emotivo. La strategia di sopprimere il pensiero può dare un sollievo temporaneo, ma cronicizzata, può finire per stimolare la produzione di pensieri anche più indesiderati. È considerata una modalità disadattiva ed è associata al disturbo ossessivo-compulsivo.

Il **cambiamento cognitivo** consiste in una modificazione interna rispetto a come viene valutata una situazione per alterarne il significato emotivo. Questo cambiamento può avvenire attraverso:

- rivalutazione cognitiva (*reappraisal*)
- distanziamento
- umorismo

La rivalutazione cognitiva è “un processo mentale cosciente che permette di modificare l’interpretazione che si dà ad uno stimolo emotivo con l’obiettivo di ridurre il potenziale effetto stressante” (Gross, 2002). Si tratta di un cambiamento di prospettiva che è considerato adattivo, correlato a migliori risultati interpersonali e all’aumento di benessere (Samson, 2012). La strategia si è dimostrata efficace per gli stimoli a bassa intensità emotiva: quando gli stimoli sono facili da valutare e più gestibili, gli individui preferiscono impegnarsi nella rivalutazione piuttosto che nella distrazione.

Il distanziamento è una forma di rivalutazione cognitiva che consiste nel distacco emotivo dalla situazione per poterla guardare da una prospettiva più ampia. Favorisce l’auto-riflessione e riduce la reattività emozionale e cardiovascolare a stimoli negativi, aumentando la capacità di problem solving.

L’umorismo ha dimostrato di essere una strategia efficace nella regolazione emotiva. A differenza del *dark humour*, l’umorismo positivo e bonario è associato ad una migliore capacità di rivalutazione cognitiva (Perchtold, 2019).

La **modulazione di risposta** è una strategia di regolazione che tenta di influenzare direttamente la risposta esperienziale, comportamentale e fisiologica attraverso:

- soppressione espressiva
- abuso di sostanze
- sonno

### — esercizio

La soppressione espressiva è l'inibizione dell'espressione emotiva attraverso la riduzione dell'espressività facciale, delle sensazioni soggettive, ma anche dell'attivazione simpatica e della frequenza cardiaca. In genere, è considerata una strategia disadattiva perché positivamente correlata a ridotte connessioni personali (minore intimità di rapporto) e a diversi disturbi psicologici tra cui i disturbi somatoformi (Okur Güney, 2019), ed è negativamente correlata al benessere perché richiede la mobilitazione di una grande quantità di risorse cognitive (Srivastava, 2009).

L'abuso di sostanze è una strategia di modulazione della risposta chiaramente disadattiva che consiste nel ricorrere ad alcool e droga per alterare le risposte fisiologiche associate ad un'emozione.

Il sonno svolge un ruolo primario nella regolazione delle emozioni.

Gli studi hanno dimostrato che il sonno, specialmente nella fase REM, favorisce la down-regolazione dell'attività dell'amigdala, la struttura del cervello coinvolta nell'elaborazione delle emozioni, in risposta alle precedenti esperienze emotive. La privazione del sonno è connessa ad una maggiore reattività emotiva e ad una reazione eccessiva a stimoli stressanti. Una maggiore attività dell'amigdala e lo scollamento tra l'amigdala e la corteccia prefrontale, che regola l'amigdala attraverso l'inibizione, ha come conseguenza un'iperattivazione emotiva.

**L'esercizio** può essere utilizzato per modificare gli effetti fisiologici ed esperienziali delle emozioni negative come allenamento all'autoregolazione emotiva. Su questo presupposto si basano le tecniche bottom-up.

Una considerazione a proposito delle strategie di regolazione è che sono disadattive in un soggetto con disregolazione emotiva: evitamento, passività, ruminazione, preoccupazione, soppressione del pensiero e dell'espressione, abuso di sostanze come regolatori esterni. Si tratta di comportamenti meccanici appresi nel tempo che tendono a ripetersi e a rinforzare comportamenti disadattivi.

Grazie alla scoperta della plasticità cerebrale, è possibile ricondizionare il cervello a nuove strategie adattive per rendere l'autoregolazione procedurale attraverso l'attivazione di nuovi circuiti neurali.

### **1.3 Basi neurali di autoregolazione emotiva**

Per molto tempo, lo studio delle emozioni ha coinvolto due parti principali del sistema nervoso: il sistema nervoso autonomo e il sistema limbico.

Progressivamente con lo sviluppo del neuroimaging, l'attenzione si è spostata sugli aspetti corticali dell'elaborazione emotiva, in quanto diversi studi hanno rivelato la partecipazione della corteccia cerebrale, in particolare della corteccia prefrontale. La corteccia prefrontale è una parte del lobo frontale strettamente collegata al sistema limbico. È un'area coinvolta nella realizzazione di piani a lungo termine, nella pianificazione di comportamenti cognitivi complessi, nel processo decisionale, nell'adozione di misure, nel pensare al futuro, nella moderazione del comportamento sociale e nell'espressione della personalità (relazione tra personalità e funzioni della corteccia prefrontale). L'attività di base di questa regione è la realizzazione di azioni secondo i pensieri, secondo gli obiettivi interni.

Il sistema nervoso simpatico, parte del sistema nervoso autonomo, è responsabile dell'arousal.

Il sistema limbico è composto da strutture complesse tutte coinvolte nelle emozioni e anche nella formazione di ricordi: l'amigdala, l'ipotalamo, l'ippocampo e altre aree vicine situate su entrambi i lati del talamo.

I meccanismi neurali che sottostanno alla regolazione emotiva sono i sistemi di controllo prefrontali che modulano i sistemi di generazione delle emozioni: l'amigdala, che è responsabile del rilevamento di stimoli che suscitano affetto; la corteccia prefrontale laterale (PFC) con le regioni dorsali implicate nell'attenzione selettiva e nella memoria di lavoro, le parti ventrali implicate nell'inibizione della risposta, la zona dorso-mediale coinvolta nel monitoraggio

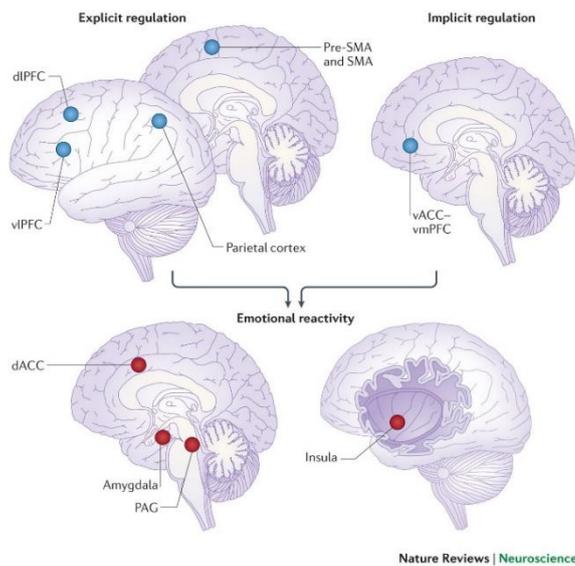
del proprio stato affettivo; l'ACC, che partecipa nella supervisione dei processi di controllo (Etkin, 2015).

### ***1.3.1 Regolazione emotiva “esplicita” e “implicita”***

Sulla base dei risultati comportamentali e di neuroimaging, sono stati distinti due tipi di regolazione delle emozioni: regolazione “esplicita” e “implicita” (Etkin, 2015) che corrisponderebbe alla distinzione iniziale fatta nell'introduzione tra autoregolazione e regolazione.

La regolazione esplicita e volontaria dell'emozione richiede uno sforzo cognitivo e un certo livello di monitoraggio attivo dell'emozione durante l'implementazione, e quindi è associata ad un certo livello di intuizione e consapevolezza. La strategia di regolazione esplicita più comunemente studiata è la rivalutazione, che comporta un'alterazione esplicita del significato auto-rilevante di uno stimolo che induce le emozioni. Le metanalisi degli studi di neuroimaging hanno scoperto che la rivalutazione è associata all'attivazione di varie regioni del cervello, in particolare la rete esecutiva fronto-parietale, tra cui la corteccia prefrontale dorsolaterale (dlPFC), la PFC ventrolaterale (vlPFC) e la corteccia parietale, nonché l'insula, area del motore supplementare (SMA) e pre-SMA.

La regolazione implicita è caratterizzata dall'assenza di un'istruzione esplicita, viene evocata automaticamente dallo stimolo stesso, corre fino al completamento senza monitoraggio cosciente e può avvenire senza insight e consapevolezza. In questi paradigmi, l'attivazione neurale è costantemente osservata nell'ACC ventrale (vACC) e nel PFC ventromediale (vmPFC).



Il cingolato anteriore dorsale (dACC), l'insula, l'amigdala e il grigio periaqueduttale (PAG) (in rosso) sono stati implicati nella reattività emotiva. Al contrario, la corteccia prefrontale dorsolaterale (dIPFC), la PFC ventrolaterale (vIPFC), l'area motoria supplementare (SMA), la pre-SMA e la corteccia parietale (in blu) sono state implicate nella regolazione emozionale "esplicita" e l'ACC ventrale (vACC), il PFC ventromediale (vmPFC in blu) è stato implicato nella regolazione emozionale "implicita".

**Figura 1.1**  
Regioni implicate nella regolazione emotiva<sup>1</sup>

È interessante notare che alcuni studi hanno dimostrato che il sistema top-down o esplicito di regolazione delle emozioni (dIPFC, vIPFC, corteccia parietale) può anche essere coinvolto nella generazione di stati emotivi e non solo nel controllarli, in congiunzione o in parallelo con il sistema implicito di generazione di emozioni. In particolare, l'applicazione della rivalutazione cognitiva alle emozioni generate attraverso la stimolazione implicita può portare ad un aumento paradossale dell'attivazione dell'amigdala. Nello studio di Herwig et al., l'uso della strategia di consapevolezza corporea emotiva ha ridotto l'attivazione dell'amigdala rispetto alla strategia di rivalutazione (Herwig, 2010). Di particolare interesse per il campo della regolazione emotiva basata sulla consapevolezza è la nozione di regolazione delle emozioni dal basso verso l'alto. A livello dei meccanismi cerebrali, il presupposto principale di questo modello è che i sistemi bottom-up che implicano regioni di generazione emotiva (come l'amigdala, dACC e AI) e regioni implicite di regolazione delle emozioni (come il vmPFC) possono anche essere modulati senza il coinvolgimento di controllo cognitivo (come il vIPFC) o regioni di elaborazione semantica (corteccia temporale) (Hölzel, 2011).

<sup>1</sup> (Etkin, 2015)

#### 1.4 Gli approcci top-down e bottom-up in psicoterapia

Nell'ambito dello studio della percezione e dell'elaborazione dell'informazione, esistono due processi mediante i quali entriamo in contatto con gli stimoli esterni ed interni: i processi top-down (dall'alto verso il basso) e i processi bottom-up (dal basso verso l'alto). I processi top-down partono dal pensiero esecutivo e consapevole che, attraverso le funzioni integratrici di memoria e coscienza, utilizza l'attenzione e il linguaggio per elaborare i dati sensoriali. I processi bottom-up sono quelli automatici e viscerali cioè emotivi e legati alla sensibilità corporea (Awh, 2012). I processi top-down come l'impostazione e la regolazione dell'attenzione, hanno dimostrato di ridurre lo stress psicologico, nonché l'asse ipotalamo-ipofisiario (HPA) e il sistema nervoso simpatico (SNS), modulando la funzione immunitaria e l'infiammazione (Muehsam, 2017). I processi bottom-up, promossi da tecniche di respirazione e pratiche di movimento, hanno dimostrato di influenzare la funzione muscolo-scheletrica cardiovascolare e del sistema nervoso, come l'attività HPA e SNS con concomitanti cambiamenti nella funzione immunitaria e del benessere emotivo (*ibidem*).

La teoria della percezione ha un risvolto nella pratica psicoterapeutica: nell'approccio top-down l'intervento si focalizza in prima battuta sulle funzioni verbali e cognitive, legate alla corteccia frontale, per poi "scendere" ai processi emozionali (sistema limbico) e, infine, ai processi corporei. Il limite di questo approccio è che ad esempio, nel caso di uno sviluppo traumatico, il soggetto presenta lacune mnestiche e sintomi dissociativi che non gli consentono di verbalizzare il proprio vissuto, perciò non è possibile fare appello alle funzioni integratrici che sono disregolate.

Sempre più clinici e ricercatori che si occupano di traumi propongono l'approccio bottom-up (corpo-emozioni-pensiero) basato sul corpo perché non necessita di funzioni superiori integre, ma che può integrarle sciogliendo le memorie corporee traumatiche per ampliare gli stati mentali positivi (La Rosa, 2017).

## **CAPITOLO 2 – EEG NEUROFEEDBACK**

### **2.1 Mindfulness, meditazione e EEG neurofeedback a confronto**

Uno studio recente che ha indagato l'efficacia del neurofeedback per aumentare la consapevolezza in individui sani senza alcuna precedente esperienza in mindfulness o training neurofeedback, ha dimostrato che l'applicazione di un protocollo alpha EEG neurofeedback, volto ad aumentare la potenza della frequenza alpha, migliora l'esito della consapevolezza (Navarro Gil, 2018). Quindi la relazione tra consapevolezza e neurofeedback in termini di percorsi neurali attraverso i quali inducono esiti salutari, potrebbe essere individuata dal ruolo della potenza alpha come mediatore dei miglioramenti.

Un altro studio che ha coinvolto gli infermieri e i medici di un centro traumatologico, ha rilevato che il gruppo sperimentale sottoposto a neurofeedback accompagnato da istruzioni di mindfulness ha migliorato il proprio benessere in misura maggiore rispetto al gruppo di controllo che non ha ricevuto le istruzioni (Dunham, 2019).

Mindfulness e neurofeedback EEG-alpha migliorano la prestazione dell'attenzione, aumentando l'ampiezza alpha in EEG a 8-12 Hz. Il ritmo alpha 8-10 Hz è legato all'attenzione e alla vigilanza selettiva mentre il ritmo alpha 10-12 Hz ai processi di memorizzazione semantica e di lavoro (Chow, 2017).

#### **2.1.1 Mindfulness**

*Mindfulness* significa “piena consapevolezza” ed indica la capacità di concentrare l'attenzione sul momento presente con l'attitudine di un osservatore distaccato, aperto e non giudicante (Kabat-Zinn, 1990). Il concetto è nato negli anni Settanta da un'intuizione di Jon Kabat-Zinn, medico e professore della School of Medicine dell'Università del Massachussets, che ha voluto trasformare dei principi ben noti alle discipline orientali in una pratica psicologica slegata da componenti religiose e filosofiche. Questi principi

provenivano da antichi insegnamenti orientali come la meditazione buddhista (*Vipassana*), il Soto Zen e lo Yoga indiano.

Joseph Goldstein, insegnante di Vipassana, descrive la mindfulness come “qualità mentale che nota ciò che è presente senza giudizio, senza interferenze.

È come uno specchio che riflette chiaramente ciò che lo precede.” Se la consapevolezza è un'innata qualità della mente, può anche essere raffinata attraverso la pratica sistematica. Si tratta di una coltivazione sistematica e intenzionale della presenza consapevole e, attraverso di essa, della saggezza, della compassione e di altre qualità della mente e del cuore che favoriscono la liberazione dalle catene della nostra cecità e delusioni persistenti (Kabat-Zinn, 2015). Una maggior consapevolezza e accettazione della propria esperienza interiore, migliora l'efficacia di azione nella vita, producendo benessere e allontanamento dalla sofferenza.

Il primo protocollo basato sulla mindfulness, il *Mindfulness-Based Stress Reduction* (MBSR), venne realizzato da Kabat-Zinn nel 1979, anno di fondazione dell'omonima clinica. La tecnica è stata poi largamente utilizzata in campo medico e psicoterapeutico negli Stati Uniti e in Europa, con modalità differenti sotto il nome di *Mindfulness Based Interventions* (MBIs). Nel 2002, l'MBSR incontrò l'ambiente cognitivista dando vita alla *Mindfulness-Based Cognitive Therapy* (MBCT) (Segal, 2006).

La mindfulness, come applicazione clinica della meditazione, ha dimostrato di avere effetti positivi per quanto riguarda la salute fisica globale, la salute mentale, l'efficienza cognitiva e affettiva e le relazioni sociali (Creswell, 2017).

### **2.1.2 Meditazione**

Attraverso la pratica meditativa, gli individui migliorano la capacità di percepire e riconoscere le reazioni psicologiche e corporee automatiche suscitate da eventi o situazioni, imparando così a sostituire tali reazioni incontrollate con risposte adattive controllate (Menezes, 2016). Non mi addentrerò nel mondo

vasto della meditazione perché è antico e costellato di pratiche, nato per uno scopo che va aldilà di quello clinico.

“La Meditazione è astensione, ricettività non passiva, vigile acume, calma placida e vibrante. È la fusione degli estremi in ciò che li trascende. In essa vi è ricerca, senza volontà di trovare. Apertura all’oltre, nell’immersione in sé stessi. Essa è richiesta, priva del bisogno di ricevere. Attesa vibrante, nel non aspettarsi nulla” (Di Terlizzi, 2019).

Diversi studi hanno rivelato che la consapevolezza può portare ad un aumento della potenza alpha e theta e che la regolazione di queste frequenze nel cervello è associata a cambiamenti positivi nelle emozioni e nell’attenzione, con una riduzione delle personalità patologiche e dei disturbi psicologici come l’ansia (Hurlburt, 2019).

Recenti modelli di meditazione identificano due forme principali di attività mentale a seconda dell’ampiezza dell’attenzione e dei processi psicologici che sono implicati: la meditazione focalizzata sull’attenzione (FAM), attraverso l’attenzione selettiva e la meditazione di monitoraggio aperta (OMM), attraverso l’attenzione aspecifica. I risultati di uno studio suggeriscono che le tecniche di meditazione non direttiva, quindi di attenzione aspecifica, (OMM) alterano i modelli di theta e alfa EEG in modo significativamente più regolare rispetto al rilassamento regolare, in un modo che è forse simile ai metodi basati sulla consapevolezza o concentrazione (Hommel, 2017). Il potere theta è stato trovato significativamente rilevante per la condizione di meditazione senza direzione. A un esame più attento, è stato scoperto che il theta era maggiore nelle regioni frontale e temporale-centrale rispetto alla regione posteriore. Anche la potenza alpha aumenta nella condizione di meditazione rispetto alla condizione di riposo, con la differenza che l’alpha è maggiore nella regione posteriore rispetto alla regione frontale (*ibidem*).

La meditazione consapevole, rafforzando l’autoregolazione e la consapevolezza, può ottimizzare l’efficienza delle reazioni fisiologiche, cognitive e comportamentali a eventi stressanti, ma in genere richiede un notevole impegno nella pratica che spesso porta al disimpegno. Una ricerca

recente ha suggerito che tali pratiche potrebbero essere rese più accessibili supportando l'allenamento mentale con dispositivi indossabili di neurofeedback, in grado di informare in tempo reale sulla modulazione in corso dell'attività fisica e cerebrale (Balconi, 2018).

### ***2.1.3 EEG neurofeedback***

La possibilità che un individuo possa imparare a modificare intenzionalmente le sue attività cerebrali ha avviato le ricerche sul neurofeedback. Il neurofeedback è un metodo di training supportato da computer in cui dei parametri selezionati dell'attività cerebrale, che normalmente non sono percepibili, sono resi visibili al paziente. Tramite il monitor, i segnali audio e altre modalità (quali ad esempio la stimolazione tattile) vengono mostrate le variazioni di attività cerebrale in tempo reale (feedback).

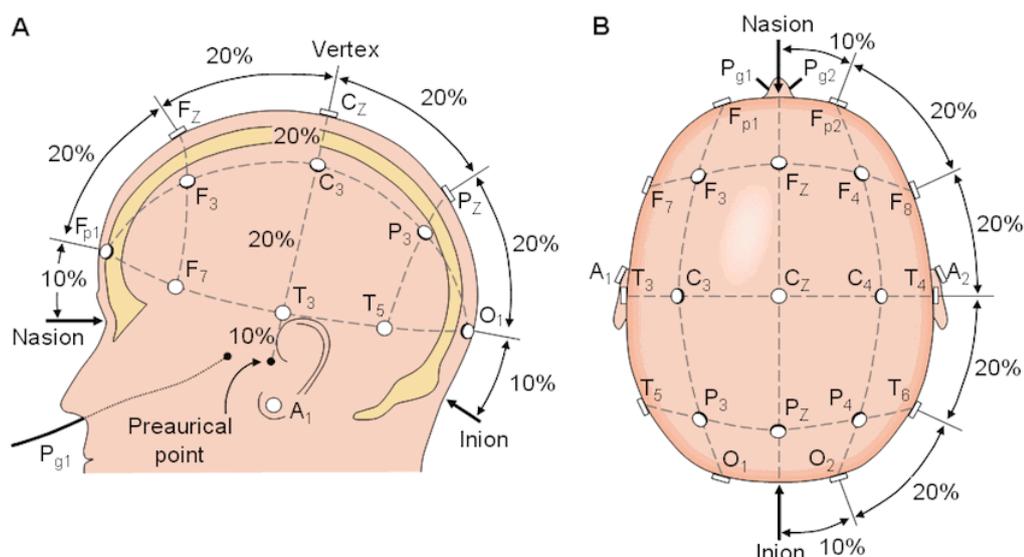
Il trattamento non è invasivo perché consiste nel monitoraggio del funzionamento cerebrale, senza l'utilizzo di impulsi elettrici o di farmaci. Si basa su due concetti: il condizionamento operante, principio portante della psicologia moderna che spiega come le conseguenze di un comportamento possano rafforzarlo; la plasticità neuronale, cioè la proprietà del cervello di adattarsi e rimodellarsi per far fronte alle richieste della vita.

Il rinforzo di un comportamento tramite condizionamento corrisponde all'allenamento di un pattern EEG di attivazione di circuiti cerebrali come la concentrazione o la riduzione di ansia: ciò produce dei cambiamenti duraturi nei percorsi neuronali, a differenza ad esempio delle medicine che funzionano finché vengono prese. Durante una sessione di neurofeedback, una lettura esperta dell'EEG permette di restituire al paziente informazioni in tempo reale circa il funzionamento più o meno corretto della sua attività cerebrale, in base al risultato che si vuole ottenere.

Il neurofeedback, applicabile mediante protocolli specifici, è osservabile tramite EEG che richiede una strumentazione piuttosto diffusa, perciò è una

tecnica comoda ed economica se si sanno interpretare le informazioni da applicare clinicamente.

## 2.2 Posizionamento degli elettrodi 10-20



**Figura 2.1**  
Electrode Positioning – The 10-20 System<sup>2</sup>

Gli elettrodi, posizionati sul cuoio capelluto, sono in grado di registrare le attività corticali delle regioni cerebrali vicine a loro. Il posizionamento degli elettrodi 10-20 è un metodo per standardizzare le aree del cranio e confrontare i dati. Il termine “10-20” si riferisce al posizionamento degli elettrodi oltre il 10% o il 20% della distanza totale tra le posizioni specifiche del cranio. Gli studi hanno dimostrato che questi posizionamenti sono correlati alle corrispondenti regioni corticali cerebrali. Di 21 elettrodi, 19 sono utilizzati per la registrazione di aree corticali e 2 altri elettrodi come elettrodi di riferimento (Figura 2.1). Le regioni del cranio sono denominate usando lettere e numeri. Le lettere corrispondono alle regioni e ai numeri del cervello all'emisfero del cervello o alle posizioni di questo emisfero. Le lettere F, P, T, O e C sono correlate

<sup>2</sup><https://blog.adafruit.com/2017/06/19/tcds-electrode-positioning-the-10-20-system/tcds-2-2>

rispettivamente all'area frontale, parietale, temporale, occipitale e centrale. I numeri pari/dispari sono associati al lato destro/sinistro della regione del cervello. La lettera Z viene utilizzata per indicare una posizione del cuoio capelluto che cade lungo la linea centrale la nasion e l'inion.  $F_{P1}$  e  $F_{P2}$  sono rispettivamente correlati ai poli sinistro e destro della fronte. Anche  $A_1$  e  $A_2$  sono le regioni sinistra/destra della regione vestibolare (orecchio) che sono due siti comuni per il posizionamento di elettrodi di riferimento.

Tradizionalmente, esistono due tipi di montaggio che sono stati usati nel trattamento neurofeedback: unipolare e bipolare. In modalità unipolare, l'elettrodo attivo viene posizionato sul cranio e il suo segnale registrato viene confrontato con il secondo elettrodo identificato come l'elettrodo di riferimento. L'attività dell'elettrodo attivo meno l'attività dell'elettrodo di riferimento rappresenta l'attività cerebrale sull'elettrodo attivo.

In modalità bipolare, vengono utilizzati due elettrodi attivi posizionati separatamente sul cranio. La differenza tra i segnali registrati da questi due elettrodi è la base del neurofeedback.

I neurologi hanno osservato che le lesioni che si verificano in specifiche regioni del cervello producono sintomi specifici principalmente legati a queste regioni. Ad esempio, i lobi frontali,  $F_{P1}$ ,  $F_{P2}$ ,  $F_{PZ}$ ,  $F_Z$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_7$ ,  $F_8$  sono responsabili di attenzione immediata e prolungata, gestione del tempo, abilità sociali, emozioni, empatia, memoria di lavoro, pianificazione esecutiva, spessore morale e carattere. Ogni regione rappresenta un sentimento o un compito specifico; pertanto l'identificazione di queste aree fornisce il trattamento neurofeedback migliore e più accurato. I lobi parietali,  $P_Z$ ,  $P_3$  e  $P_4$ , risolvono problemi concettualizzati dai lobi frontali. La grammatica complessa, la denominazione degli oggetti, la costruzione della frase e l'elaborazione matematica sono identificabili nel lobo parietale sinistro mentre l'orientamento della mappa, il riconoscimento spaziale e la conoscenza della differenza tra destra e sinistra sono interamente funzioni del lobo parietale destro. I lobi temporali,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  e  $T_6$  hanno varie funzioni: le attività dell'emisfero sinistro sono associate alla lettura (riconoscimento delle parole), alla memoria,

all'apprendimento e all'umore positivo, mentre le funzioni dell'emisfero destro sono correlate alla musica, all'ansia, al riconoscimento facciale e al senso dell'orientamento.

D'altra parte, le memorie visive, la lettura accurata e le memorie traumatiche che accompagnano i flashback visivi sono di solito elaborate nei lobi occipitali, O<sub>2</sub>, O<sub>1</sub>. Le altre funzioni di questo lobo includono aiutare a localizzare gli oggetti nell'ambiente, vedere i colori e riconoscere i disegni e identificare correttamente gli oggetti, leggere, scrivere e sillabare. La corteccia sensoriale e motoria (sensomotiva), C<sub>z</sub>, C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> hanno funzioni di controllo cosciente di tutti i movimenti scheletrici come la digitazione, il gioco di strumenti musicali, la scrittura a mano, il funzionamento di macchinari complessi, il parlare e la capacità di riconoscere dove hanno origine le sensazioni corporee.

I neurologi hanno affermato che la corteccia motoria aiuta la corteccia cerebrale a codificare compiti sia fisici che cognitivi. Pertanto, i soggetti che hanno difficoltà a vedere la sequenza logica dei compiti cognitivi possono trarre beneficio dall'allenamento neurofeedback lungo la corteccia sensomotiva dell'emisfero sinistro (C<sub>3</sub>). L'allenamento lungo la corteccia sensomotiva dell'emisfero destro (C<sub>4</sub>) può invocare sentimenti, emozioni o calma. I soggetti che soffrono di epilessia sono di solito addestrati lungo la corteccia sensomotiva (C<sub>3</sub>) per aumentare la SMR. Inoltre, l'allenamento lungo la corteccia sensomotiva potrebbe essere applicato per il trattamento di ictus, epilessia, paralisi, ADHD e disturbi dell'integrazione sensoriale/motoria.

Generalmente, gli elettrodi sono posizionati in modo tale che un particolare canale EEG si trovi su un lato del cervello (Bauer, 2014). Ad esempio, le onde beta bassa e la beta vengono allenate rispettivamente sul lato destro (C<sub>4</sub>) e sinistro (C<sub>3</sub>). Se fossero passati alla parte opposta del cervello, si potrebbero ottenere risultati indesiderati. Ad esempio, l'allenamento dell'onda beta bassa sul lato sinistro comporterà un esaurimento dell'energia mentale anziché miglioramenti della concentrazione. Pertanto, la posizione degli elettrodi EEG durante la procedura di neurofeedback è indispensabile.

### 2.3 Allenamento di onde cerebrali

Le onde cerebrali riflettono i ritmi di attività dei neuroni nelle diverse aree cerebrali e si propagano attraverso la corteccia, svolgendo un ruolo significativo per l'attività cognitiva. Associare le onde cerebrali al buon funzionamento delle attività cerebrali nelle regioni coinvolte, è fondamentale per il posizionamento degli elettrodi durante una sessione di neurofeedback. In questo modo, è possibile allenare l'attivazione di configurazioni neuronali con la riproduzione di onde specifiche. Nel caso dell'autoregolazione emotiva, è utile ricercare e riprodurre le onde che favoriscano uno stato psicologico calmo, vigile e privo di attivazione fisiologica.

All'estremo più lento delle frequenze cerebrali troviamo le onde delta (1-4 Hz) che caratterizzano il sonno senza sogni e stati di profonda incoscienza. All'estremo opposto ci sono le onde gamma (32-100 Hz) che vengono prodotte dal cervello quando è coinvolto in processi cognitivi come l'apprendimento, l'organizzazione e il problem-solving. Le onde theta (4-8 Hz) caratterizzano stati mentali profondi e spesso inconsci di connessione emotiva, intuito e creatività (Marzbani, 2016). Alcuni parlano di stato ottimale meditativo, altri di stato alterato di coscienza che si allontana dalla meditazione. Un'eccessiva presenza di theta è stata associata all'ADHD (Fallahpour, 2010). Per l'autoregolazione emotiva è necessario predisporre ad uno stato ricettivo e di accettazione nei confronti delle emozioni vissute, ma anche di presenza mentale. La frequenza theta sembra favorire la vicinanza alle emozioni ma non sufficiente per diventarne consapevole. L'onda theta caratterizza uno stato semi-onirico che non sembra sufficiente per consapevolizzare l'elaborazione emotiva. Le onde beta, che si suddividono in ritmo sensomotorio (SMR) o *low* beta (13-15 Hz), *beta* (15-20 Hz) e *high* beta (20-32 Hz), caratterizzano il nostro stato di consapevolezza quotidiana, fatto di attenzione, focalizzazione e pensiero in presenza di molteplici stimoli. Un potenziamento delle onde beta si associa ad un aumento della rivalutazione cognitiva. Pensare, focalizzarsi, sostenere l'attenzione, ma anche allerta, tensione ed eccitazione sono attività connesse a

queste onde. Perciò i protocolli beta sono stati utilizzati per il miglioramento delle prestazioni degli sportivi. Ma abbiamo visto che l'autoregolazione emotiva non può accadere se le funzioni integratrici sono disregolate.

Le onde alpha, che si suddividono in *lower* alpha (8-10 Hz), alpha (8-13 Hz) e *upper* alpha (10-13 Hz), emergono e si propagano velocemente sulla pelle durante il processo di rilassamento muscolare che alla fine porta al sonno. L'umore alfa è descritto come una condizione di allerta rilassata, calma e piacevole, favorevole alla meditazione e in assenza di attivazione fisiologica. È da considerare che l'attivazione fisiologica è un fenomeno naturale di per sé, poiché rappresenta la semplice messa in atto dei meccanismi di attacco/fuga, ma è patologica la memorizzazione di schemi disadattivi che attivano l'arousal in circostanze assolutamente prive di pericolo, accumulando stress e tensione psicologica. Per visualizzare l'effetto delle onde alpha basti pensare ad un gatto e alla beatitudine di quando riposa sempre pronto a scattare in caso di necessità.

Riassumendo le associazioni tra stati mentali e frequenze: sonno profondo (delta), intuito, inconscio (theta), rilassamento (alpha), consapevolezza quotidiana (beta), iper-concentrazione e poteri psichici (gamma).

## **2.4 Protocollo alpha EEG neurofeedback**

Joe Kamiya, psicologo e professore all'Università di Chicago, con gli studi sul ritmo alpha (anni 50'-70'), dimostrò la possibilità di "allenare" l'evocazione volontaria della specifica attività cerebrale. Tale attività poteva essere associata a miglioramenti soggettivi delle capacità attentive e di riduzione dell'ansia.

Il protocollo alpha di EEG neurofeedback è stato utilizzato solitamente in sessioni variabili per il trattamento di diverse patologie per il sollievo dal dolore (mediante simulazione a 9 Hz), la riduzione dello stress e dell'ansia (con simulazione a 10-30 Hz), il miglioramento della memoria, il miglioramento delle prestazioni mentali e il trattamento delle lesioni cerebrali (entro i 10,2 Hz). La larghezza di banda di frequenza più comune per il trattamento alpha è un

intervallo di frequenza di 7-10 Hz, che viene utilizzato per la meditazione, il sonno, riducendo lo stress e l'ansia.

Anche la frequenza di 10 Hz provoca rilassamento muscolare profondo, riduzione del dolore, regolazione della frequenza respiratoria e riduzione della frequenza cardiaca (Dempster, 2009).

## **CONCLUSIONI**

L'applicazione del protocollo alpha di EEG neurofeedback nelle regioni cerebrali coinvolte nei processi emotivi (F<sub>P1</sub>, F<sub>P2</sub>, F<sub>PZ</sub>, F<sub>Z</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>7</sub>, F<sub>8</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, C<sub>Z</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, P<sub>Z</sub>, O<sub>Z</sub>) sembra un trattamento adeguato all'autoregolazione emotiva, risultando più efficace se guidato da istruzioni mindfulness che predispongono ad uno stato di coscienza attento e consapevole. È utile ricordare che il neurofeedback è stato utilizzato in una serie di condizioni cognitive, psichiatriche e neurologiche: disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ADHD), autismo, depressione, dipendenze, disturbi alimentari, disturbo post traumatico da stress, epilessia, ictus, abbandono visuo-spaziale, trauma cranico, riabilitazione motoria, dolore acufene e insonnia.

Inoltre, esistono protocolli che sviluppano altre frequenze di attività cerebrale in differenti regioni cerebrali tramite altre tecniche di registrazione non invasive come la magnetoencefalografia (MEG), la risonanza magnetica funzionale (fMRI) e la spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso (NIRS), o combinazioni di questi strumenti. Strumenti invasivi, tra cui elettrocorticografia (ECoG) e metodi intracorticali, sono stati utilizzati più che altro per la riabilitazione neurale.

Per applicare il neurofeedback è necessaria la presenza di un esperto che sappia leggere l'EEG e associarlo alle condizioni psicologiche dell'individuo. Può essere utile inserire il trattamento nell'ambito di una psicoterapia cognitiva che sappia combinare più approcci, non solo quello bottom-up.

L'idea di una *Multiple Access Psychotherapy* (MAP) con approcci combinati permette di costruire un piano *ad hoc* per il paziente, tenendo conto delle inclinazioni e preferenze del terapeuta, ma senza la necessità di imporre un modello (Veglia, 2020). Uno sguardo di questo tipo è necessariamente psicodinamico e capace di abbandonare qualsiasi rigida ermeneutica interpretativa, per prestare attenzione a tre momenti della vita del paziente: l'azione del qui ed ora, la memoria e la storia di vita, la storia dell'uomo.

L'azione del qui ed ora è il tempo e il luogo del cambiamento: il paziente prende coscienza della sua percezione immediata del dolore (che non si ricava dal "perché" ma dal "come") e dalle azioni che compie ripetutamente per ovviarla. La memoria e la storia di vita sono le radici dell'identità personale, perciò ricostruire antecedenti, comportamenti e conseguenti diminuisce la confusione e l'angoscia dovuta a dolore e vulnerabilità. La storia dell'uomo iniziata quattro miliardi di anni fa, suggerisce quei mandati biologici che ci hanno guidato nel corso della vita.

Nei traumi più complessi con disregolazione emotiva, risulta centrale il primo di questi tre momenti: l'azione del qui ed ora. Prima ancora di ricostruire la propria storia che spesso ha delle lacune evidenti per sintomi dissociativi e mancanza di memoria autobiografica, l'individuo ha bisogno di ancorarsi al proprio corpo (*grounding*) prendendone consapevolezza e di comprendere i meccanismi che lo guidano nell'azione.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Anderson, J. R. (1993). Problem solving and learning. *American Psychologist*, 48(1), 35-44.
- Awh, E., Belopolsky, A. V., Theeuwes, J. (2012). Top-down versus bottom-up attentional control: a failed theoretical dichotomy. *Trends Cogn Sci (Regul. Ed.)* 16, 437-443.
- Balconi, M., Fronda, G., Crivelli, D. (2018). Effects of technology-mediated mindfulness practice on stress: Psychophysiological and self-report measures. *Stress: The International Journal on the Biology of Stress*, 23 Nov 2018.
- Bauer, H., Pllana, A. (2014). EEG-based local brain activity feedback training - Tomographic neurofeedback. *Front Hum Neurosci*, 8.
- Baumeister, R. F., Heatherton, T. F., Tice, D. M. (1994). *Losing control: How and why people fail at self-regulation*. San Diego: Academic Press.
- Blanke, O., Mohr, C., Michel, C. M., Pascual-Leone, A., Brugger, P., Seeck, M., Landis, T., Thut, G. (2005). Linking Out-of-Body Experience and Self Processing to Mental Own-Body Imagery at the Temporoparietal Junction. *J Neurosci*, 19, 25(3), Jan 2005, 550-557.
- Caruana, F., Borghi, A. (2013). Embodied Cognition: una nuova psicologia. *Giornale Italiano di Psicologia*, 1, 23-48.
- Chow, T., Javan, T., Ros, T., Frewen, P. (2017). EEG dynamics of mindfulness meditation versus alpha neurofeedback: a sham-controlled study. *Mindfulness*, 8, 572-584.
- Comer, R., Granieri, A. (a cura di), Rovetto, F. (a cura di) (2012). *Psicologia clinica*: UTET Università.
- Corrigan, F., Fisher, J., Nutt, D. (2011). Autonomic dysregulation and the Window of Tolerance Model of the effects of complex emotional trauma. *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)*, 25, 17-25.
- Craig, A. D. (2003). Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Current Opinion in Neurobiology*, 13(4), Aug 2003, 500-505.

- Dempster, T., Vernon, D. (2009). Identifying Indices of Learning for Alpha Neurofeedback Training. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 34, 309-28.
- Di Terlizzi, A., Spotti, A. (2019). *La Vera Matrix*. Monticelli d'Ongina (PC): Inner Innovation Project.
- Duckworth, A., Gendler, T. S., Gross, J. J. (2016). Situational strategies for self-control. *Perspectives on Psychological Science* (1) Jan, 2016, 35-55.
- Duffy, E. (1957). The psychological significance of the concept of "arousal" or activation. *Psychological Review*, 64(5), Sep, 1975, 265-275.
- Dunham, C., Gendler, T. S., Gross, J. J. (2019). Brainwave self-regulation during Bispectral Index™ neurofeedback in trauma center nurses and physicians after receiving Mindfulness instructions. *Front Psychol*, 10, 26 Sep 2019.
- Etkin, A., Büchel, C., Gross, J. J. (2015). The neural bases of emotion regulation. *Nature Reviews Neuroscience* 16, 693–700.
- Fallahpour, K., Clarke, S. D., Goldberg, E., Hermens, D. F., Falconer, E. M., Gordon, E. (2010). Alterations in theta activity associated with novelty and routinization processing in ADHD. *Clinical Neurophysiology*, 121(8), 1336-1342.
- Fan, J., MaCandliss, B. D., Sommer, T., Raz A., Posner, M. I. (2008). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(4), Apr 2008, 163-169.
- Farina, B., Liotti, G. (2011). Dimensione dissociativa e trauma dello sviluppo. *Cognitivismo clinico*, 8(1), 3-17, 11-12.
- Garland, E. L., Gaylord, S.A., Fredrickson, B.L. (2011). Positive reappraisal mediates the stress-reductive effects of mindfulness: An upward spiral process. *Mindfulness*, 2, 59-67.
- Gross, J. J. (1998). Antecedent- and response-focused emotion regulation: Divergent consequences for experience, expression, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 224-237.

- Gross, J. J. (2001). Emotion regulation in adulthood: timing is everything. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 10, 214-219.
- Gross, J. J. (2002). Emotion regulation: affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*, 39, 281-291.
- Gross, J. J. (2014). *Handbook of Emotion Regulation 2nd edn.* New York: The Guilford Press.
- Guendelman, S., Medeiros, S., Rampes, H. (2017). Mindfulness and Emotion Regulation: Insights from Neurobiological, Psychological, and Clinical Studies. *Front Psychol*, 8, 6 Mar 2017, 220.
- Hayes, S. C., Wilson, K. G., Gifford, E. V., Follette, V. M., Strosahl, K. (1996). Experiential avoidance and behavioral disorders: A functional dimensional approach to diagnosis and treatment. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 64, 1152-1168.
- Hayes, S. C., Luoma, J. B., Bond, F. W., Masuda, A., Lillis, J. (2006). Acceptance and commitment therapy: Model, processes and outcomes. *Behaviour Research & Therapy*, 44(1), 1-25.
- Hölzel, B. K. (2008). Investigation of mindfulness meditation practitioners with voxel-based morphometry. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3, 55-61.
- Hölzel, B. K., Lazar, S. W., Gard, T., Schuman O. Z., Vago, D. R., Ott, U. (2011). How does mindfulness meditation work? Proposing mechanisms of action from a conceptual and neural perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 6(6), 537-559.
- Hommel, B., Colzato, L.S. (2017). Meditation and Metacontrol. *J Cogn Enhanc*, 1, 115-121 .
- Hurlburt, D. A. (2019). Alpha/Theta Neurofeedback and Mindfulness: A Pilot Study. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 80(3-B)(E).
- Kabat-Zinn, J. (1990). *Full catastrophe living: using the wisdom of your body and mind to face stress, pain, and illness.* New York: Bantam Dell .
- Kabat-Zinn, J. (2015). Mindfulness. *Mindfulness*, 6(6), Dec, 2015, 1481-148.

- Koole, S. L., Rothermund, K. (2011). "I feel better but I don't know why": the psychology of implicit emotion regulation. *Cognition and Emotion*, 25(3), Apr 2011, 389-399.
- La Rosa, C. (a cura di), Onofri, A. (a cura di). (2017). Dal basso in alto (e ritorno...). Nuovi approcci bottom-up: psicoterapia cognitiva, corpo, EMDR. Roma: Apertamenteweb.
- Liotti, G. (1994). *La Dimensione Interpersonale della Coscienza*. Roma: NIS.
- Liotti, G. (1995). La teoria della motivazione di Lichtnberg: un confronto con la prospettiva etologico- evolucionista. *Psicoterapia*, 2, 104-112.
- Liotti, G., Monticelli, F. (2008). *I Sistemi Motivazionali nel Dialogo Clinico*. Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Lutz, A., Slagter, H. A., Dunne, J. D., Davidson, R. J. (2008). Attention regulation and monitoring in meditation. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(4), Apr 2008, 163-169.
- MacLean, P. (1984). Brain evolution: the origins of social and cognitive behaviors. *J Child Contem Soc*, 16, 9-21.
- Marzbani, H., Marateb, H. R., Mansourian, M. (2016). Neurofeedback: a comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Basic and Clinical Neuroscience*, 7(2), 143-158.
- Mehling, W. E., Gopisetty, V., Daubenmier J., Price, C. J., Hecht F. M., Stewart A. (2009). Body Awareness: Construct and Self-Report Measures. *PLoS ONE* 4(5): e5614.
- Menezes, C. B., Pereira, M. G., Mocaiber, I., Bizarro, L. (2016). Brief meditation and the interaction between emotional interference and anxiety. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 32(2), Apr-Jun, 1-8.
- Muehsam, D., Lutgendorf, S., Mills, P. J., Rickhi, B., Chevalier, G., Bat, N., Chopra, D., Gurfein, B. (2017). The embodied mind: A review on functional genomic and neurological correlates of mind-body therapies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 73, Feb 2017, 165-181.
- Navarro Gil, M., Escolano Marco C., Montero-Marín, J., Minguez Zafra, J., Shonin, E., García Campayo, J. (2018). Efficacy of neurofeedback on the

- increase of mindfulness-related capacities in healthy individuals: A controlled trial. *Mindfulness*, 9(1), 303-311.
- Nolen-Hoeksema, S. (2000). The role of rumination in depressive disorders and mixed anxiety/depressive symptoms. *Journal of Abnormal Psychology*, 109(3), 504.
- Ochsner, K. N., Beer, J. S., Robertson, E. R., Cooper J. C., DE Gabrieli, J., Kihlstrom, J. F., D'Esposito, M. (2005). The neural correlates of direct and reflected self-knowledge. *Neuroimage*, 28(4), 797-814.
- Okur Güney, Z. E., Sattel, H., Witthöft, M., Henningsen, P. (2019). Emotion regulation in patients with somatic symptom and related disorders: A systematic review. *Plos one* 14(6), Jun 2019.
- Perchtold, C. M, Weiss E. M., Rominger, C., Feyaerts, K., Ruch, W., Fink, A., Papousek, L. (2019). Humorous cognitive reappraisal: More benign humour and less "dark" humour is affiliated with more adaptive cognitive reappraisal strategies. *Plos one* 14(1), 31 Jan 2019.
- Porges, S. W. (2001). The polyvagal theory: Phylogenetic substrates of a social nervous system. *International Journal of Psychophysiology. Special Issue: A "snapshot" of psychophysiology at the end of the twentieth century*, 42(2), Oct 2001, 123-146.
- Porges, S. W. (2011). *The Polyvagal Theory: Neurophysiological Foundations of Emotions, Attachment, Communication, and Self-regulation*. New York: W. W. Norton & Co.
- Samson, A. G., Gross, J. J. (2012). Humor as emotion regulation: The differential consequences of negative versus positive humor. . *Cognition and Emotion*, 26, 375-384.
- Segal, Z. W., Williams, J. M. G., Teasdale, J.D. (2006). *Mindfulness-based Cognitive Therapy for Depression*. New York: Guildford Press.
- Siegel, D. J. (1999). *The developing mind: How relationships and the brain interact to shape who we are*. New York: Guilford Press.
- Sridharan, D., Levitin, D. J., Menon, V. (2008). A critical role for the right fronto-insular cortex in switching between central-executive and default-

- mode networks. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(34), Aug 2008, 12569-12574.
- Srivastava, S., Tamir, M., McGonigal, K. M., John, O. P., Gross, J. J. (2009). The social costs of emotional suppression: a prospective study of the transition to college. *Journal of personality and social psychology*, 96(4), 8, 883-897.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of Interference in Serial Verbal Reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Sullivan, M. B., Erb, M., Schmalzl, L., Moonaz, S., Noggle, T. J., Porges, S. W. (2018). Yoga therapy and polyvagal theory: The convergence of traditional wisdom and contemporary neuroscience for self-regulation and resilience. *Front Hum Neurosci*, 12, 27 Feb 2018.
- Van Veen, V., Carter, C. (2002). The Timing of Action-Monitoring Processes in the Anterior Cingulate Cortex. *Journal of cognitive neuroscience*, 14, 593-602.
- Veglia, F. (1999). *Storie di Vita: Narrazione e Cura in Psicoterapia Cognitiva*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Veglia, F. (1999). *Storie di Vita: Narrazione e Cura in Psicoterapia Cognitiva*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Veglia, F. (2020). *Corso di Psicologia Clinica*. Torino: Università degli Studi di Torino.
- Wheeler, M. S., Arnkoff, D. B., Glass, C. R. (2017). The neuroscience of mindfulness: How mindfulness alters the brain and facilitates emotion regulation. *Mindfulness*, 8(6), 1471-1487.

## **RINGRAZIAMENTI**

Vorrei dedicare questo spazio alle persone con cui ho condiviso questi anni di percorso universitario, a loro apro il mio cuore con eterna gratitudine.

Un ringraziamento speciale va al mio relatore, il professor Fabio Veglia, che nelle lezioni del suo corso è stato di ispirazione personale e professionale, dimostrandoci un'umanità e una preparazione senza eguali.

Allo stesso modo, ringrazio la dott.ssa Giulia Di Fini, con la quale ho sostenuto l'esame più bello del corso e che ha saputo guidarmi con intraprendenza, disponibilità e suggerimenti pratici nelle ricerche e nella stesura dell'elaborato.

Ringrazio il dott. Fabian Bazzana, per la sua brillante lezione sulla mindfulness che mi ha permesso di scoprire un nuovo affascinante approccio terapeutico.

Con immenso affetto, ringrazio mia madre Cristina e mio padre Francesco, e con loro Pier e Ramona. Grazie per avermi sempre sostenuto nella realizzazione dei miei sogni e per avermi insegnato il valore dell'amore e della libertà nella scelta.

Un ringraziamento particolare va alla mia collega Serena, una vera compagna di avventure, che ha condiviso con me giornate magiche di studio e intuizioni.

Ringrazio la mia coinquilina Silvia, che con la sua tenerezza unica colorata di grinta contagiosa, mi ha incoraggiato e supportato nei momenti più difficili.

Per la sua passione costante nell'avermi trasmesso un insegnamento puro, ringrazio Monica, la mia Mae, maestra di baile flamenco e di vita.

Un ringraziamento dovuto va alla mia seconda famiglia (so già che rideranno di tanta formalità): Allegra, Thomas e Luca. Di fronte all'affinità dell'anima, ci sono ben poche parole da dire. So che siete quelle persone meravigliose con cui ho condiviso il passato e a cui voglio raccontare il futuro. Ci sono ancora tante storie da scrivere insieme e anche se saremo fisicamente lontani, saremo sempre spiritualmente vicini.

Un ringraziamento straordinario va a Gabriele, Giorgia e Antonella per essere i punti fermi della mia esistenza. Incarnate la qualità migliori dell'essere umano.

E infine, Andrea, grazie oggi e sempre. A te dedico le parole di Walt Whitman: "Eravamo insieme, tutto il resto del tempo l'ho scordato".