



**UNIVERSITÀ DI PADOVA**

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea in Scienze Psicologiche Cognitive e  
Psicobiologiche

Tesi di laurea triennale

**Dalla Teoria biosociale alla Cybernetic Big Five Theory per lo  
studio della personalità: analisi della letteratura di modelli e  
metodi di studio**

Relatrice: Prof.ssa Chiara Meneghetti

Correlatrice: Dott.ssa Aurora Dispenza

Laureando: Paolo Boros

Matricola: 2115831

Anno Accademico 2025/2026



# INDICE

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introduzione</b>                                                                                        | <b>3</b>  |
| <b>Capitolo 1</b>                                                                                          | <b>9</b>  |
| <b>Cloninger e la fondazione psicobiologica del tratto</b>                                                 | <b>9</b>  |
| 1.1 Introduzione                                                                                           | 9         |
| 1.2 Il modello tridimensionale della personalità (1987)                                                    | 9         |
| 1.3 Le relazioni tra dimensioni temperamentali                                                             | 12        |
| 1.4 La teoria biosociale unificata della personalità (1993)                                                | 15        |
| 1.5 Rilevanza teorica e limiti della teoria biosociale unificata della personalità                         | 20        |
| <b>Capitolo 2</b>                                                                                          | <b>23</b> |
| <b>Dai correlati strutturali alle dinamiche funzionali: evidenze sui tratti di personalità (2000–2012)</b> | <b>23</b> |
| 2.1 Introduzione                                                                                           | 23        |
| 2.2 Granularità e il problema della granularità                                                            | 24        |
| 2.3 Nevroticismo                                                                                           | 26        |
| 2.4 Estroversione                                                                                          | 30        |
| 2.5 Apertura all'esperienza                                                                                | 34        |
| 2.6 Dal localizzazionismo ai modelli funzionali della personalità                                          | 36        |
| <b>Capitolo 3</b>                                                                                          | <b>38</b> |
| <b>La Cybernetic Big Five Theory: integrazione multilivello e concezione funzionale dei tratti</b>         | <b>38</b> |
| 3.1 Introduzione                                                                                           | 38        |
| 3.2 Meccanismi e sistemi cibernetici                                                                       | 38        |
| 3.3 Incertezza e disordine: l'entropia psicologica                                                         | 40        |
| 3.4 Dai meccanismi regolativi ai metatratti: Stabilità e Plasticità                                        | 42        |

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5 Dopamina come modulatore dell'esplorazione                                              | 46        |
| 3.6 Adattamenti caratteristici: obiettivi, interpretazioni, strategie                       | 47        |
| 3.7 La reinterpretazione funzionale dei Big Five nella CB5T                                 | 49        |
| 3.7.1 Nevroticismo                                                                          | 49        |
| 3.7.2 Estroversione                                                                         | 50        |
| 3.7.3 Coscienziosità                                                                        | 51        |
| 3.7.4 Amicalità                                                                             | 52        |
| 3.7.5 Apertura/Intelletto                                                                   | 54        |
| 3.8 Rilevanza teorica e valutazioni della CB5T                                              | 56        |
| <b>Capitolo 4</b>                                                                           | <b>59</b> |
| <b>Limiti epistemologici e criticità metodologiche nelle neuroscienze della personalità</b> | <b>59</b> |
| 4.1 Introduzione                                                                            | 59        |
| 4.2 Il problema della granularità e la complessità dei costrutti                            | 60        |
| 4.3 <i>Effect size</i> e potenza statistica                                                 | 62        |
| 4.4 La numerosità campionaria come soluzione al problema della potenza                      | 64        |
| 4.5 L'influenza della flessibilità analitica sulle stime                                    | 67        |
| 4.6 Winner's Curse e Voodoo Correlations                                                    | 69        |
| 4.7 Strategie e contromisure ai limiti di replicabilità                                     | 72        |
| <b>Conclusioni generali</b>                                                                 | <b>74</b> |
| Bibliografia                                                                                | 76        |

# Introduzione

Il presente elaborato si propone di esaminare criticamente una parte significativa dei principali fondamenti teorici e sviluppi concettuali inerenti alla disciplina delle neuroscienze della personalità, a partire dal modello tridimensionale di C. Robert Cloninger, considerato nel suo valore epistemologico, sino alle successive riformulazioni teoriche apportate da Colin DeYoung, nella sua Cybernetic Big Five Theory e le recenti evidenze sperimentali.

La personalità viene generalmente definita come l'insieme dei processi cognitivi, emotivi e comportamentali e le relative differenze individuali. Le neuroscienze della personalità si propongono di chiarire in quale misura tali differenze possano essere ricondotte a specifici meccanismi neurobiologici e sistemi neurali.

Dal 2015, approssimativamente, la letteratura neuroscientifica sulla personalità ha subito un profondo riorientamento dovuto ai risultati di meta-analisi e studi su larga scala, i quali pongono in risalto la natura debole e difficilmente generalizzabile delle associazioni tra tratti di personalità e correlati neurobiologici, riportate negli statuti basali del campo di ricerca. Queste evidenze costituiscono solo l'ultimo degli stadi evolutivi che hanno dato vita alla tensione storica tra la teoria dei tratti, di carattere tassonomico-descrittivo, e la natura intrinsecamente esplicativa della neuroscienza (Smolensky, 1988), incarnando il frutto di una crisi metodologica latente che ha attraversato i primi anni 2000, protraendosi per quasi vent'anni. Il tentativo di integrazione tra costrutti di personalità e substrati neuronali, nella ricerca assidua di correlazioni significative tratto-sistema nervoso, permane oggi come tema cardine del panorama scientifico-psicologico. In definitiva, malgrado i numerosi sforzi, lo stato dell'arte del versante neuroscientifico dello studio della personalità appare oggi teoricamente eterogeneo, nonché caratterizzato da evidenze empiriche deboli che ne limitano la stabilità metodologica.

Ai fini di garantire un'esposizione dei fatti coerente e comprensibile, in accordo con i processi logici che hanno contraddistinto il divenire degli studi oggetto di analisi, il presente scritto è stato concepito come un lavoro di tipo bibliografico, strutturato in

quattro capitoli distinti. Ciascuna delle quattro sezioni rappresenta un passaggio critico nello sviluppo delle neuroscienze della personalità.

Il primo capitolo è dedicato al modello tridimensionale di C. Robert Cloninger (1987). Considerato la prima vera sistematizzazione teorica volta all'individuazione del fondamento biologico del tratto, il modello di Cloninger è successivamente evoluto nella teoria biosociale unificata della personalità, a monte del *Temperament and Character Inventory* (TCI, 1993-1994). Il contributo teorico di Cloninger viene qui discusso in quanto punto di originazione paradigmatico della ricerca neuroscientifica sulla personalità.

Il secondo capitolo esamina i successivi sviluppi empirici dell'area di ricerca, con particolare riferimento al periodo compreso tra i primi anni Duemila e il 2012 circa. Attraverso la disamina delle principali evidenze di neuroimaging strutturale (MRI) e funzionale (fMRI), viene documentato il confronto tra le ipotesi neurobiologiche formulate dai primi modelli neuroscientifici della personalità e i risultati sperimentali progressivamente accumulati. Tale percorso delinea il progressivo superamento di una concezione eminentemente riduzionista, fondata sulla ricerca di sistemi neurobiologici discreti associati ai tratti, in favore di una riformulazione teorica funzionale descrivente i tratti di personalità come emergenti dall'interazione dinamica tra sistemi neurali distribuiti. In questo modo, il capitolo ricostruisce i processi mediante cui le evidenze empiriche hanno progressivamente orientato il campo verso la definizione di cornici teoriche maggiormente integrative.

Il terzo capitolo presenta la prospettiva di Colin DeYoung e la sua Cybernetic Big Five Theory (CB5T, 2015). La CB5T rappresenta un tentativo di sintesi tra approcci descrittivi e modelli esplicativi e propone una formalizzazione multilivello della personalità, declinandola entro un sistema autoregolativo unitario fondato su processi evolutivisti, cibernetici e neurobiologici.

Il quarto capitolo riassume le principali problematiche teoriche, epistemologiche e metodologiche emerse nello sviluppo delle neuroscienze della personalità. A tal proposito, viene rivolta particolare attenzione allo statuto ontologico delle associazioni tratto-sistema nervoso, al problema della granularità dei costrutti e alla limitata commensurabilità tra il livello di analisi psicologico e neurobiologico. Vengono inoltre affrontate alcune criticità di natura sistematica quali la ridotta numerosità campionaria, la

bassa potenza statistica degli studi e i modesti valori di *effect size* (Dubois & Adolphs, 2016; Wu & Chang, 2025), cui si aggiungono l'eccessiva flessibilità analitica e il fenomeno delle cosiddette Winner's Curse (Button et al., 2013) e delle Voodoo Correlations (Vul et al., 2009). Nel loro complesso, tali criticità concorrono a determinare la limitata replicabilità delle evidenze pubblicate in letteratura (Wacker & Paul, 2022).

La suddivisione dei quattro capitoli risponde all'esigenza di chiarezza espositiva e riflette una periodizzazione dello sviluppo delle neuroscienze della personalità nel tempo. Tale periodizzazione consente la definizione di quattro distinte fasi consequenziali di maturazione del campo, a partire dal 1985 fino al 2026. Ognuna delle quattro fasi sottende un livello distinto di intensità della produzione scientifica nel panorama di ricerca e ritrova una certa corrispondenza con la suddivisione dei contenuti proposta nei capitoli del presente elaborato. Per "intensità della produzione scientifica" si intende il grado di attività del campo in un determinato intervallo temporale, approssimato attraverso l'analisi non sistematica del numero di pubblicazioni e frequenza di specifiche parole chiave in letteratura. Sulla base dell'analisi e interpretazione delle variazioni del volume di pubblicazioni nel tempo, unitamente a molteplici considerazioni di natura teorica e storica, è possibile distinguere una prima fase di fondazione teorica ( $\approx 1985-1999$ ), contraddistinta dalla formalizzazione dei primi modelli psicobiologici della personalità; una seconda fase di espansione empirica ( $\approx 2000-2012$ ), caratterizzata dalla ricerca intensiva dei correlati neurali dei tratti, cui consegue una terza fase di transizione, decelerazione e graduale emersione di nuovi approcci teorici e riorganizzazioni metodologiche ( $\approx 2013-2015$ ). Infine, una quarta fase ( $\approx 2016-2026$ ), associabile a una revisione critica delle evidenze riportate nell'ultimo ventennio e a un progressivo riorientamento paradigmatico della disciplina. Il rapporto tra capitoli e fasi non è da intendersi come una convergenza biunivoca, bensì come una corrispondenza interpretativa tra sviluppo storico e tematico. Similmente, le fasi sopra discusse non devono essere considerate come proprietà intrinseche del campo, ma come strutture emergenti da un processo interpretativo non univocamente determinato dai dati.

| Fase                                                         | Intervallo temporale | Caratteristiche                                       | Capitolo   |
|--------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|------------|
| <b>Fase 1 - Fondazione teorica</b>                           | ≈ 1985-1999          | Modelli psicobiologici di personalità; Cloninger      | <b>I</b>   |
| <b>Fase 2 - Espansione empirica</b>                          | ≈ 2000-2012          | Ricerca intensiva dei correlati neurali dei tratti    | <b>II</b>  |
| <b>Fase 2 - Transizione teorica e rallentamento empirico</b> | ≈ 2013-2015          | Riorganizzazione teorica; DeYoung                     | <b>III</b> |
| <b>Fase 4 - Riorientamento paradigmatico</b>                 | ≈ 2016-2026          | Revisione critica delle evidenze; cambio di paradigma | <b>IV</b>  |

**Figura 1.** Sintesi della periodizzazione proposta, con indicazione delle principali caratteristiche di ciascuna fase e della corrispondente articolazione nei capitoli dell'elaborato.

I dati a supporto della periodizzazione proposta sono stati ottenuti mediante analisi dei risultati di ricerca della piattaforma Google Scholar, interrogata attraverso l'impiego di specifiche stringhe, le quali sono state selezionate con lo scopo di intercettare il corpus principale della letteratura neuroscientifica sulla personalità. Ciascuna query consta della combinazione di parole chiave rappresentative dell'area di ricerca considerata. In particolare, l'indagine è stata fondata sull'utilizzo di tre query distinte: "Personality Neuroscience", "Structural MRI Personality" e "fMRI Personality", inserite separatamente nel motore di ricerca al fine di esaminare l'andamento complessivo del campo e delle sue principali direttrici metodologiche di sviluppo, riconducibili rispettivamente all'analisi strutturale (MRI) e funzionale (fMRI) dei correlati neurali dei tratti.

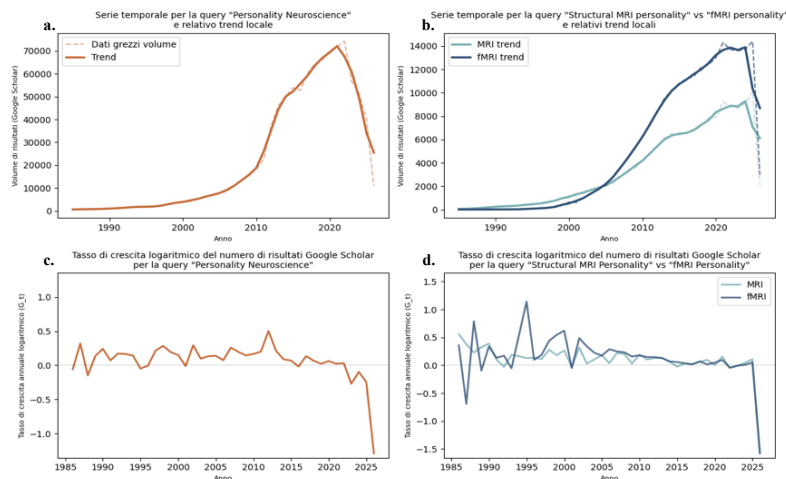
Per ogni anno dell'intervallo temporale considerato è stato registrato il numero dei risultati restituiti dalla piattaforma, adoperato come indice approssimativo del volume di produzione scientifica. I dati grezzi ( $N_t$ , con  $t$  corrispondente all'anno di osservazione) così registrati sono stati successivamente predisposti in serie temporali discrete e sottoposti a operazioni di *smoothing* e trasformazione, quali l'applicazione di una media mobile a tre periodi ( $N_t^{(3)}$ ), per la stima della tendenza locale di crescita (*trend*), e il calcolo del tasso di crescita logaritmico inter-annuo ( $G_t$ ), per l'analisi delle variazioni relative del numero di risultati restituiti nel tempo. L'adozione della media mobile a tre periodi ( $N_t^{(3)}$ ) ha consentito di attenuare la variabilità locale delle serie, evidenziando le tendenze strutturali attraverso la distinzione delle stesse dalle fluttuazioni di breve periodo, come mostrato dai grafici di andamento temporale (figg. 2a-2b). Il tasso di crescita logaritmico inter-annuo ( $G_t$ ) è stato invece introdotto con lo scopo di favorire l'analisi delle variazioni relative delle serie di dati, rendendo tali variazioni indipendenti



dal livello assoluto dei dati grezzi e consentendo di differenziare gli anni di forte accelerazione da quelli caratterizzati da un rallentamento (figg. 2c-2d). Si evidenzia che, nel calcolo del tasso di crescita logaritmico, è stato impiegato un termine di *pseudocount* (+1) per ovviare possibili indeterminazioni logaritmiche e migliorare la stabilità della trasformazione per piccoli valori. Formalmente:

$$N_t^{(3)} = \frac{N_{(t-1)} + N_t + N_{(t+1)}}{3} \quad e \quad G_t = \ln \ln \left( \frac{N_t + 1}{N_{(t-1)} + 1} \right)$$

L'impiego congiunto dei dati grezzi, della tendenza locale di crescita (*trend*) e del tasso di crescita logaritmico inter-annuo ha consentito un'analisi unitaria dell'andamento temporale dei risultati restituiti da Google Scholar per ciascuna delle *query* utilizzate. I pattern individuati sono stati infine interpretati alla luce di considerazioni storico-teoriche, con lo scopo di formalizzare la periodizzazione in fasi evolutive precedentemente illustrata.

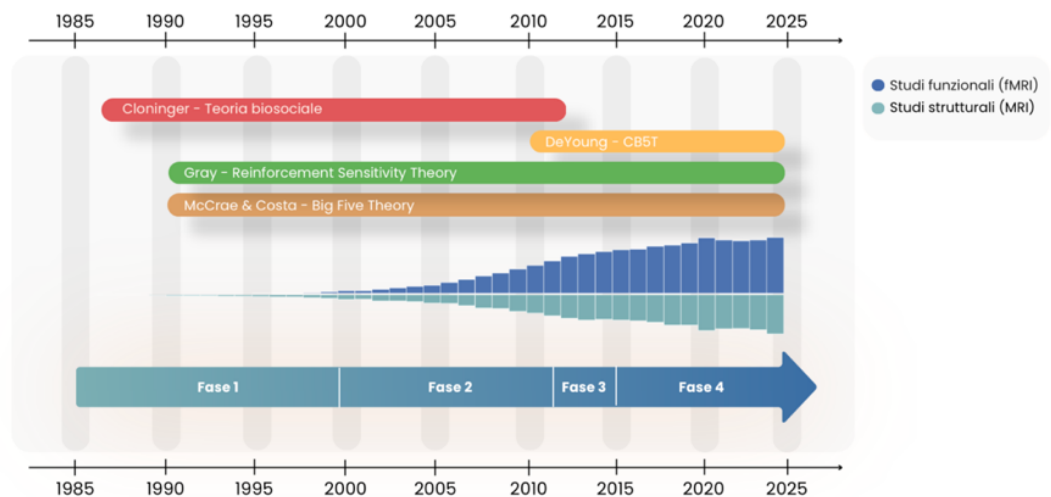


**Figura 2.** Andamento temporale e tassi di crescita logaritmica dei risultati Google Scholar per le query analizzate. (a-b) serie e *trend*, (c-d) crescita logaritmica.

Per quanto concerne le direttrici metodologiche, dall'analisi dei risultati emerge, in relazione all'andamento complessivo del campo, uno stadio precoce a prevalenza strutturale ( $\approx 1985-2012$ ), seguito da una fase di rapida espansione dei risultati a matrice funzionale legati alla personalità ( $\approx 2013-2026$ ). Tale differenziazione nelle traiettorie delle direttrici di sviluppo è ben rappresentata dalla divergenza delle curve relative a MRI e fMRI (fig. 2b) e suggerisce un progressivo riposizionamento dell'interesse scientifico

verso modelli funzionali e dinamici dell'organizzazione del sistema cerebrale nello studio della personalità.

In conclusione, l'analisi sin qui svolta si configura come un'indagine preliminare, priva di finalità sistematiche, volta all'individuazione delle principali dinamiche evolutive del campo delle neuroscienze della personalità. Gli esiti ottenuti possono essere articolati lungo tre livelli di analisi distinti e complementari: un primo livello teorico, relativo agli sviluppi delle principali cornici interpretative; un secondo livello volumetrico, riguardante l'andamento progressivo della produzione scientifica; e un terzo livello di periodizzazione, riferito all'articolazione del campo in fasi di maturazione. La ricomposizione di tali livelli in una prospettiva unificata trova sintesi nella figura 3 e costituisce il principio guida per la strutturazione dei capitoli dell'elaborato. La selezione degli studi e dei contributi teorici di cui il lavoro si avvale è stata effettuata sulla base delle chiavi di ricerca precedentemente citate, pur includendo - ove necessario - ulteriori riferimenti giudicati rilevanti ai fini della trattazione. Si specifica che il corpus di studi selezionato non ha carattere esaustivo del campo ed è stato individuato con il solo fine di perseguire una rappresentazione sufficientemente estesa e coerente degli oggetti di indagine.



**Figura 3.** Rappresentazione integrata dell'evoluzione della ricerca neuroscientifica della personalità (1985-2025). L'asse temporale è affiancato dalla collocazione delle principali cornici teoriche. Nella porzione centrale, due barplot speculari rappresentano il volume annuale delle pubblicazioni, evidenziando una crescita progressiva con accelerazione nelle fasi più recenti. Nella parte inferiore, una segmentazione in quattro fasi sintetizza l'andamento storico del campo.

# Capitolo 1

## Cloninger e la fondazione psicobiologica del tratto

### 1.1 Introduzione

La teoria di C. Robert Cloninger è indirizzata all'individuazione dei meccanismi psicobiologici sottesi alle differenze individuali nei tratti di personalità. Parallelamente alle teorie di Gray (1982) ed Eysenck (1985), il lavoro di Cloninger contribuisce alla formazione della disciplina delle neuroscienze della personalità, costituendo uno dei primi tentativi di sistematizzazione psicobiologica del tratto, orientato alla definizione di una tassonomia dimensionalmente organizzata e ancorabile a specifici sistemi neurotrasmettitoriali monoaminergici.

L'evoluzione del pensiero di Cloninger si configura, sul piano teorico, come un ampliamento progressivo che, dalla formulazione originaria del **modello tridimensionale** della personalità (Cloninger, 1987), volge al suo compimento nella formulazione della **teoria biosociale unificata** (Cloninger et al., 1993) e alla sua consecutiva operazionalizzazione nel **Temperament and Character Inventory** (TCI; Cloninger, 1994). Alla luce di tali sviluppi, la prospettiva cloningeriana verrà qui esaminata nelle sue principali articolazioni teoriche, a partire dall'enunciazione originaria.

### 1.2 Il modello tridimensionale della personalità (1987)

Il modello tridimensionale della personalità, proposto da Cloninger (1987), si configura come un metodo sistematico volto alla descrizione e classificazione clinica delle varianti fenotipiche del comportamento. A questo scopo identifica tre dimensioni temperamentali discrete e relativamente interrelate, potenzialmente riconducibili a

differenziazioni interindividuali nell'attività dopaminergica, serotoninergica e noradrenergica dell'encefalo. In particolare, tali dimensioni vengono interpretate come «espressione di variabilità individuali nei meccanismi di apprendimento associativo» e costituiscono «modelli di interazione prevedibili nelle loro risposte adattive a specifiche classi di stimoli» (Cloninger, 1987), trovando corrispondenza neurobiologica nei modelli di base di risposta adattiva alla novità, al pericolo e alla ricompensa. La personalità viene così articolata lungo tre disposizioni temperamentali: Novelty Seeking (NS, ricerca di novità), Harm Avoidance (HA, evitamento del danno) e Reward Dependence (RD, dipendenza dal rinforzo/ricompensa), intese come dimensioni stabili a base biologica, geneticamente indipendenti e in larga parte ereditabili, nonché precocemente manifestate. Nel quadro del modello tridimensionale, il temperamento rifletterebbe quindi differenze interindividuali persistenti nel funzionamento dei sistemi di apprendimento associativo, vale a dire nelle modalità con cui questi ultimi codificano e adeguano il valore di stimoli e azioni. Inoltre, a ciascuna delle dimensioni individuate Cloninger associa specifiche dinamiche monoaminergiche, secondo una corrispondenza funzionale che lega il Novelty Seeking alla dopamina, l'Harm Avoidance alla serotonina e il Reward Dependence alla noradrenalina. (fig. 4), Si evidenzia, tuttavia, come l'associazione tra sistemi temperamentali e neurotrasmettitoriali non venga proposta nel modello con forma di mappaggio causale univoco, bensì come un'ipotesi avanzata su base probabilistica.

| Domini del temperamento<br>(sistema cerebrale correlato)      | Principale<br>neuromodulatore<br>monoaminico | Risposta<br>comportamentale                                                       |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Novelty seeking</b><br>(attivazione comportamentale)       | Dopamina                                     | - Ricerca esplorativa.<br>- Approccio appetitivo.<br>- Evitamento attivo,<br>fuga |
| <b>Harm avoidance</b><br>(inibizione comportamentale)         | Serotonina                                   | -Evitamento passivo,<br>estinzione                                                |
| <b>Reward dependence</b><br>(mantenimento<br>comportamentale) | Norepinefrina                                | - Resistenza<br>all'estinzione                                                    |

**Figura 4.** Sintesi dei domini temperamentali del modello tridimensionale di Cloninger, con indicazione dei sistemi neurocomportamentali associati, delle principali monoamine neuromodulatrici e delle corrispondenti risposte comportamentali prevalenti.

**Novelty Seeking.** Il costrutto temperamentale del Novelty Seeking designa la tendenza ereditaria, propria di ognuno, verso lo sperimentare reazioni intense a stimoli inediti, a ricercare attivamente l'eccitazione e a mettere in atto comportamenti esplorativi. La ricerca di novità include in sé processi neuromodulatori a funzione appetitivo-

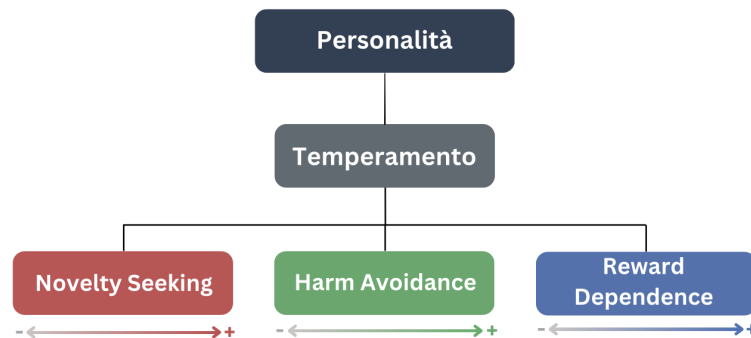
esplorativa e di attivazione comportamentale e viene ricondotta a variazioni del tono dopaminergico basale intersoggettivo, tale per cui differenze nei livelli di attività dopaminergica sono associati a una maggiore o minore disposizione alla ricerca di circostanze nuove ed eccitanti.

**Harm Avoidance.** La dimensione dell'Harm Avoidance indica, invece, la tendenza all'attuazione di condotte di evitamento verso stimoli giudicati avversivi o frustranti e si riferisce alla predisposizione individuale all'inibizione del comportamento, in funzione di scongiurare potenziali conseguenze negative derivabili dallo stesso. L'evitamento del danno ha funzionalità protettiva-inibitoria ed è legato al sistema serotoninergico: livelli più elevati di serotonina sono generalmente associati a una maggiore sensibilità alla punizione e alla frustrazione, unitamente alla tendenza all'evitamento.

**Reward Dependence.** La dimensione del Reward Dependence descrive la componente ereditabile dell'inclinazione soggettiva a rispondere intensamente a segnali appetitivi e di ricompensa, con particolare enfasi nei riguardi di stimoli sociali positivi, oltre che alla tendenza a perpetuare specifiche condotte associate a tali segnali. La dipendenza dalla ricompensa incorpora processi neuromodulatori, con funzione di facilitazione del mantenimento di un dato comportamento e resistenza all'estinzione e viene associata dal modello al sistema noradrenergico (fig.4). Malgrado non venga originariamente declinata in termini di processualità toniche e fasiche, la dimensione della Reward Dependence può essere considerata come un costituirsi di processi a prevalenza tonica, piuttosto che fasica, in accordo con il suo ruolo di mantenimento e stabilizzazione del comportamento. La relazione tra domini del temperamento, sistemi neuromodulatori e relative funzioni è ben rappresentata nella figura 4.

Ognuna delle tre dimensioni temperamentali, è concepita in quanto asse entro cui la personalità è in grado di differenziarsi nelle sue componenti fondamentali (fig.5). In altre parole, ciascuna delle dimensioni rappresenta un continuum di variazione della personalità, i cui antipodi corrispondono alle estremizzazioni comportamentali relative alla componente temperamentale in oggetto. Per la formalizzazione del proprio sistema teorico, Cloninger si avvale dunque di un quadro interpretativo entro cui le varianti normali e patologiche della personalità vengono posizionate su tre dimensioni continue di natura quantitativa. Ne consegue che Novelty Seeking, Harm Avoidance e Reward

Dependence operino congiuntamente nella determinazione del comportamento e della personalità.



**Figura 5.** Diagramma rappresentativo del modello tridimensionale della personalità proposto da Cloninger, entro cui il temperamento viene articolato nelle tre dimensioni di Novelty Seeking, Harm Avoidance e Reward Dependence. La personalità individuale emerge dalla configurazione relativa dell'individuo lungo tali dimensioni temperamentali. Il modello costituirà la base teorica per lo sviluppo della successiva teoria biosociale della personalità.

La verifica empirica della struttura delle dimensioni del temperamento si è resa possibile mediante la definizione, ad opera dello stesso Cloninger, del questionario noto come *Tridimensional Personality Questionnaire* (TPQ, 1987). Il TPQ costituisce il primo strumento di operazionalizzazione dell'impianto teorico cloningeriano e viene considerato il diretto antecedente del successivo *Temperament and Character Inventory* (TCI, 1994). Quest'ultimo riflette la riorganizzazione teorica del modello nella transizione da una prospettiva dell'assetto di personalità univocamente ricondotta al temperamento, verso l'introduzione del dominio caratteriale.

Infine, sebbene il modello postuli la natura biogeneticamente distinta delle tre dimensioni del temperamento, queste non devono essere concepite come sistemi isolati e indipendenti in senso assoluto. Piuttosto, vanno intese come funzionalmente interrelate ed esaustive nel contribuire alla generazione dei pattern fenotipici di risposta agli stimoli ambientali. In tal senso, le caratteristiche di personalità deriverebbero, secondo Cloninger, dalla reciproca modulazione dei circuiti neurotrasmettitoriali, sottesi al temperamento, presieduti da dopamina, serotonina e noradrenalina, secondo una prospettiva riconducibile al cosiddetto riduzionismo monoaminergico. Sulla base di tale impostazione, il modello tridimensionale della personalità descrive quindi le modalità di interazione tra le dimensioni del temperamento e i relativi esiti fenotipici comportamentali.

### 1.3 Le relazioni tra dimensioni temperamentali

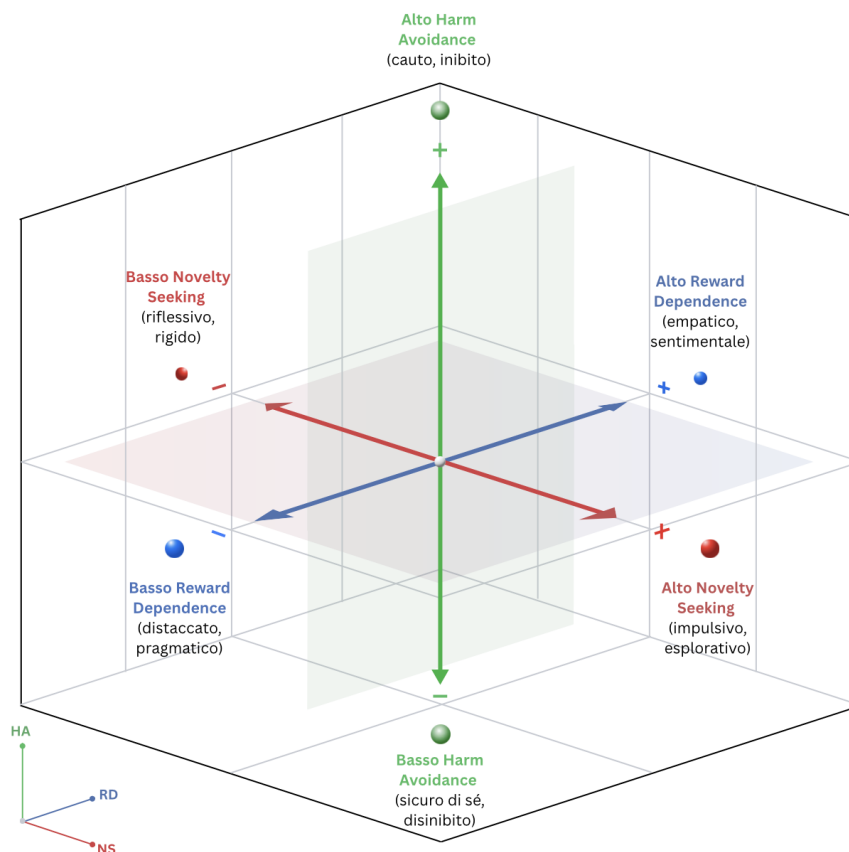
In virtù della sua natura modulatoria di tipo inibitorio, l'Harm Avoidance esercita una funzione regolatrice sia nei confronti della Novelty Seeking che della Reward Dependence, causando, da un canto, la soppressione di comportamenti esplorativi diretti verso ambienti inconsueti o contesti ambigui, dall'altro, la disincentivazione al mantenimento di condotte miranti all'ottenimento di una ricompensa. Il risultato di tale attività regolativa consente di definire un sistema di modulazione comportamentale a base antagonistica, da cui derivano, tra le varie configurazioni possibili, i principali esiti fenotipici riportati di seguito.

Gli individui superiori alla media nella ricerca di novità e nella media nelle dimensioni di evitamento del danno e dipendenza dalla ricompensa, sono caratterizzati come impulsivi, esplorativi, eccitabili e incostanti. Essi sono, in aggiunta, facilmente distraibili e primariamente attratti dalla novità, mostrando la tendenza ad una rapida attivazione comportamentale in risposta a stimoli e predisponendosi all'emissione di risposte di tipo *fight-or-flight*. Viceversa, soggetti inferiori alla media nella ricerca di novità e nella media nelle altre due dimensioni, si caratterizzano per una minore reattività agli stimoli sconosciuti e una ridotta propensione all'esplorazione. Questi ultimi sono tipicamente descritti come riflessivi, rigidi e persistenti.

Gli individui che si collocano al di sopra della media nell'evitamento del danno e nella media nelle dimensioni di ricerca di novità e dipendenza dalla ricompensa, sono qualificati come tesi, apprensivi, cauti e inibiti. Coloro i quali, all'opposto, si collocano al di sotto della media nell'evitamento del danno e nella media nelle altre due dimensioni, sono invece sicuri di sé, ottimisti, disinibiti ed estroversi.

In ultimo, individui superiori alla media nella dipendenza dalla ricompensa e nella media nelle altre due dimensioni vengono descritti da Cloninger come «desiderosi di aiutare e compiacere gli altri, persistenti, industriosi, calorosamente empatici, sentimentali e sensibili ai segnali sociali» (Cloninger, 1987), delineando personalità capaci di ritardare la gratificazione nel prospetto di una ricompensa futura. Al contrario, coloro che si posizionano al di sotto della media nella dipendenza dalla ricompensa, risultano socialmente distaccati, emotivamente freddi e pragmatici, oltre che sensibili, in misura minore, ai segnali di rinforzo sociale.

La natura multidimensionale dell'interazione tra Novelty Seeking, Harm Avoidance e Reward Dependence nella modulazione del comportamento e della personalità è sintetizzata come è stato concettualizzato da Cloninger nella figura 6. La figura intende rappresentare lo spazio di variazione fenotipica del comportamento definito in funzione delle variazioni congiunte delle tre dimensioni temperamentali. La disposizione di tali dimensioni lungo gli assi cartesiani non riflette la volontà di definire alcuna relazione di natura causale tra i domini del temperamento e costituisce un espediente esclusivamente rappresentativo. Nonostante il modello originale non proponga una rappresentazione tridimensionale unitaria delle dimensioni temperamentali, esso descrive sistematicamente i differenti profili comportamentali derivabili dalla combinazione delle tre dimensioni. La logica combinatoria su cui il grafico si basa risulta dunque già presente nel lavoro originale di Cloninger (1987); l'illustrazione qui proposta si limita a ricondurre le diverse configurazioni temperamentali entro uno spazio grafico unitario.



**Figura 6.** Rappresentazione 3D del modello di Cloninger. L'immagine mostra l'interazione tra le dimensioni temperamentali di Novelty Seeking, Harm Avoidance e Reward Dependence. Le differenti combinazioni e intensità dei tre assi temperamentali contribuiscono alla determinazione di specifiche configurazioni fenotipiche della personalità, una sintesi delle quali è riportata tra parentesi.



Nel suo insieme, benché il modello tridimensionale rappresenti un atto di sintesi teorica innovativo, volto ad integrare la personalità con le evidenze psicobiologiche, esso appare ancora come un'enunciazione parziale e non esauriente della personalità, focalizzandosi sulla sola descrizione delle componenti temperamentali e attenendosi ad un piano esplicativo prevalentemente neurochimico e riduzionistico, che non rende conto dei processi cognitivi e motivazionali, né della progressione ontogenetica della personalità nel tempo. Da ciò deriva la necessità di una revisione del modello appena descritto, orientata all'integrazione dei distinti livelli di analisi biologico, psicologico e sociale in un'unica teorizzazione coerente. Su tali presupposti Cloninger fonda la successiva teoria biosociale unificata della personalità.

#### **1.4 La teoria biosociale unificata della personalità (1993)**

La riformulazione del modello tridimensionale trova forma compiuta nella teoria biosociale della personalità, esposta nel lavoro di Cloninger, Svrakic e Przybeck (1993). La nuova formulazione comporta rilevanti modifiche sul piano ontologico e segna una cesura epistemologica, determinando il passaggio da un modello neurochimico del comportamento a una teoria multilivello della personalità. Sul piano ontologico, avviene un ampliamento dell'oggetto d'indagine attraverso l'introduzione del dominio del carattere e la conseguente articolazione della personalità in una gerarchia di livelli complementari. Dal punto di vista epistemologico, è proprio tale organizzazione a costituire l'abbandono di un'impostazione esplicativa mono-livello in favore di una prospettiva multilivello bidirezionale e integrata, entro la quale la personalità viene concepita come risultato dell'interazione tra processi temperamentali, precoci e di natura biogenetica, e caratteriali, di ordine cognitivo e a sviluppo sociale. Specificamente, la teoria biosociale si struttura attorno a una serie di differenziazioni funzionali che descrivono la personalità lungo distinti livelli di analisi tra loro interrelati, quali: una prima differenziazione tra processi mnestici impliciti e riflessivi-espliciti, una seconda tra basi neurobiologiche e fattori cognitivo-sociali, infine, una terza tra dominio temperamentale e caratteriale (Cloninger et al., 1993). Tali livelli non vanno intesi come strutture rigide, bensì come assi ricorrenti all'interno di un sistema coeso. Si osserva, infatti, una certa sovrapposizione funzionale lungo i vari livelli analitici, tale per cui ognuno di essi sembra porsi in una relazione isomorfa con gli altri. Infine, ciascuno dei livelli risulta contribuire alle modalità attraverso cui l'individuo codifica, organizza e

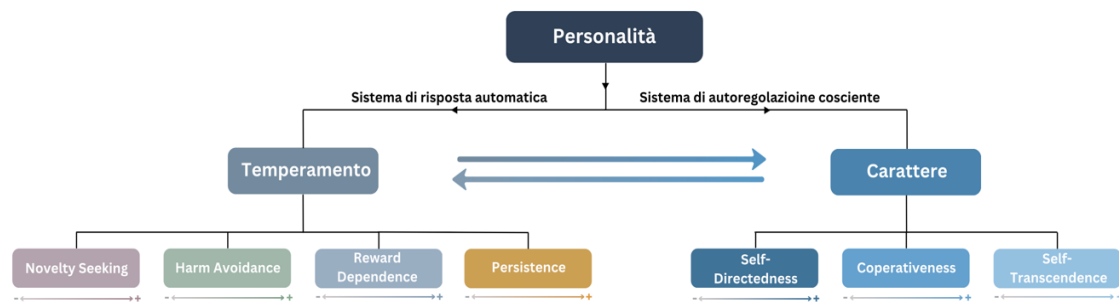
interpreta le informazioni, le quali costituiscono il fondamento delle differenze individuali di personalità. Ai fini di trattazione, le espressioni “modello biosociale della personalità” e “teoria biosociale unificata della personalità” saranno impiegate in modo pressoché equivalente per riferirsi al medesimo impianto teorico.

La personalità è stata classicamente definita come «l'organizzazione dinamica all'interno dell'individuo di quei sistemi psicofisici che determinano i suoi adattamenti unici al suo ambiente» (Allport, 1937). Similmente, anche l'apprendimento può essere descritto come «l'organizzazione del comportamento come risultato dell'esperienza individuale» (Cloninger et al., 1993). Ne consegue che, nel quadro della teoria biosociale unificata, il funzionamento dei sistemi adattivi adibiti alla ricezione ed elaborazione dell'esperienza determinerebbero il fondamento della personalità stessa. In altre parole, la personalità riflette le modalità mediante cui l'individuo interpreta ed esperisce l'ambiente, le quali modalità sono a loro volta determinate dall'interazione tra temperamento, carattere e l'ambiente stesso.

Seguendo quanto esposto, anche nella teoria biosociale unificata il temperamento mantiene un ruolo centrale nella determinazione della personalità. Differentemente dalla formulazione originaria, il modello viene esteso tramite l'introduzione di una quarta dimensione temperamentale, la Persistence (P, persistenza), la quale riflette differenze interindividuali nella tendenza al mantenimento di un dato comportamento, malgrado l'assenza di rinforzo. Alti livelli di persistenza promuovono la continuità nel tempo di comportamenti volti a un obiettivo. In tal senso, la Persistence interviene sui processi di elaborazione dell'esperienza, modulando la resistenza e la resilienza individuale all'estinzione. In merito alle tre disposizioni temperamentali precedentemente formalizzate, Novelty Seeking, Harm Avoidance e Reward Dependence, esse permangono invariate. Nel modello biosociale le quattro dimensioni temperamentali assumono lo statuto di veri e propri fattori temperamentali, implicanti risposte automatiche e preconettuali agli stimoli e all'esperienza. Per “risposte automatiche e pre-concettuali” ci si riferisce ad una modalità di elaborazione dell'informazione che precede la formazione di engrammi simbolico-concettuali espliciti, operando a livello inconsapevole e non riflessivo. I fattori temperamentali rifletterebero quindi, secondo Cloninger e colleghi, predisposizioni ereditarie nell'elaborazione degli stimoli, riconducibili al funzionamento della memoria percettiva implicita, pre-semantic e

dunque inconsapevole. È proprio in questa specifica modalità di funzionamento che risiede il principale discrimine tra il dominio del temperamento e quello del carattere.

Nell'ambito della teoria biosociale, il carattere è definito come la componente della personalità derivabile da differenze interindividuali sistematiche nelle rappresentazioni cognitive, esplicite e relativamente stabili, che ogni individuo costruisce in relazione a sé stesso, comunemente denominate "concetti del sé". I concetti del sé costituiscono, dunque, il fondamento del carattere e vengono associati a processi mnesici riflessivi, espliciti e semanticamente organizzati, sovente mediati dal linguaggio, attraverso cui l'individuo produce e riorganizza progressivamente le proprie rappresentazioni di sé e del sé in relazione all'alterità. In tale prospettiva, il carattere può essere descritto in termini di «distorsioni di risposta legate ai diversi concetti del sé» (Cloninger et al., 1993), vale a dire come principi organizzativi dell'esperienza, guidati dalle credenze ingenuie che ogni individuo ha di sé stesso, che orientano lo sviluppo e la modulazione di nuove risposte adattive acquisite. Ne consegue che l'ontogenesi della personalità viene configurata come un processo epigenetico iterativo entro il quale, in un primo tempo, fattori temperamentali ereditari motivano l'apprendimento dei concetti del sé, i quali, a loro volta e successivamente, modificheranno le modalità attraverso cui il soggetto attribuisce significato all'esperienza. Così facendo, la personalità viene ritratta come una proprietà emergente da traiettorie evolutive ontogenetiche, il cui andamento è scandito dall'interazione reciproca tra temperamento e sviluppo del carattere (fig.7). Si precisa, tuttavia, che il dominio del carattere ed il suo funzionamento non inciderebbero in senso stretto entro il sostrato costitutivo della dimensione temperamentale, bensì interverrebbero nella modulazione della sua espressione comportamentale, secondo una logica modulatoria non dissimile da quanto avviene nei processi epigenetici rispetto all'espressione genica. Ciò significa che il carattere non consentirebbe di modificare direttamente le strutture biogenetiche a cui il temperamento è ancorato, ma ne modulerebbe l'espressione funzionale, resa manifesta nel comportamento. In conclusione, a differenza del temperamento, le dimensioni caratteriali si sviluppano nell'arco della vita dell'individuo, hanno esordio tipicamente lento e un'origine di tipo cognitivo-sociale.



**Figura 7.** Organizzazione gerarchica della teoria biosociale della personalità di Cloninger. Alle dimensioni temperamentali originarie vengono affiancate la Persistence e i domini del carattere, entro un sistema di regolazione bidirezionale tra predisposizioni temperamentali automatiche e processi caratteriali superiori.

Postulata la sussistenza di una relazione causale tra concetti del sé e carattere il modello biosociale di Cloninger, Svrakic e Przybeck (1993), introduce tre dimensioni caratteriali distinte: Self-Directedness (SD, autodirezionalità), Cooperativeness (C, cooperatività) e Self-Transcendence (ST, autotrascendenza). Ciascuna dimensione opera come espressione di uno dei tre domini ontologici dei concetti del sé: la rappresentazione di sé come agente individuale autonomo, l'identificazione del sé quale entità sociale e, infine, la percezione del sé in rapporto all'universale e la trascendenza.

**Self-Directedness.** La Self-Directedness risponde alla misura in cui l'individuo si percepisce come agente autonomo, autodeterminato, responsabile e capace di dirigere se stesso in accordo con obiettivi e valori scelti. Essa esprime la capacità di agire in modo finalizzato, di porsi responsabilmente nei confronti delle proprie scelte e di confidare nelle proprie capacità, implicando l'accettazione di sé e della propria identità. Nel modello, l'autodirezionalità è inoltre considerata il primo determinante del funzionamento adattivo individuale, rivelandosi inversamente associata alla presenza di tratti patologici della personalità. Sebbene tale aspetto esuli dagli obiettivi della presente trattazione, esso merita menzione in quanto si configura da antecedente storico della moderna concezione del disturbo di personalità come deficit di autoregolazione.

**Cooperativeness.** La Cooperativeness riflette differenze intersoggettive nella tendenza all'accettazione sociale e identificazione con l'altro, includendo il grado di integrazione sociale, l'apertura all'alterità e la capacità nell'orientare il proprio comportamento sulla base di principi di reciprocità, tolleranza e partecipazione sociale. Essa esprime sia la disposizione che il bisogno di relazionarsi con gli altri, sottendendo una riorganizzazione dei concetti del sé in un'ottica relazionale e delle dinamiche interpersonali, tesa alla modulazione del comportamento. Piuttosto che interessare ciò che

l'individuo compie, la dimensione caratteriale della cooperatività riguarda, dunque, le modalità tramite cui l'individuo si percepisce nel rapporto con gli altri. Individui altamente cooperativi sono descritti come tolleranti, empatici e compassionevoli; viceversa, profili caratterizzati da bassi livelli di cooperatività si associano a pattern relazionali stabili improntati all'intolleranza, al disinteresse per l'alterità e ad una generale inclinazione verso atteggiamenti sociali ostili.

**Self-Transcendence.** La Self-Transcendence si riferisce invece alle disparità interindividuali nella capacità di valicare i confini dell'io empirico, concreto e limitato all'esperienza, e sperimentare un vissuto di generale identificazione e connessione in ogni cosa, percependosi come parte essenziale di un tutto unificato, sia esso la natura o una realtà di ordine metafisico. L'autotrascendenza riflette, pertanto, il dominio ontologico dei concetti del sé in cui l'identità personale viene estesa verso orizzonti di significato sovraordinati, elicitando uno «stato di "coscienza unitiva"», inteso come condizione entro cui «ogni cosa fa parte di una totalità univoca», poiché «non vi è distinzione significativa tra sé e ciò che è altro da sé», tale che la persona è semplicemente consapevole di essere parte integrante di una totalità più ampia (Cloninger et al., 1993). In sintesi, tale dimensione del carattere è assimilabile a un profondo senso di identificazione, accettazione e unione spirituale con il mondo. Livelli elevati di autotrascendenza si associano, nella teoria biosociale di personalità, a una maggiore apertura verso dimensioni simboliche e spirituali, oltre che alla tendenza a esperire il sé, in termini di unità e connessione. Al contrario, livelli ridotti risultano correlare a rappresentazioni del sé maggiormente circoscritte e ancorate all'ordine del concreto.

Sotto il profilo psicometrico la Self-Transcendence viene articolata a sua volta in tre componenti essenziali. La prima componente è l'esperienza dell'oblio di sé, descrivibile come la facoltà di esperire stati di profondo assorbimento, tipici dei momenti di intensa creatività o contemplazione, in un atto di fusione con l'oggetto dell'esperienza. La seconda componente corrisponde all'identificazione transpersonale, vale a dire la disposizione a percepire il sé in quanto parte indissolubile di una totalità univoca, elicitante un senso diffuso di appartenenza, in opposizione all'autodifferenziazione. In ultimo, a queste si affianca l'accettazione spirituale, definita come propensione ad accogliere credenze e significati di ordine trascendentale, in contrapposizione a un orientamento improntato al razionalismo empirico e materialistico.

Le tre componenti sopra descritte concorrono unitamente nel determinare la variabilità interna dell'autotrascendenza, consentendo di evidenziarne la complessità fenomenologica e l'eterogeneità dei costrutti. In ragione della sua eterogeneità, la Self-Transcendence figura tra le dimensioni più dibattute della teoria biosociale unificata della personalità. A tal proposito, risulta opportuno rilevare come, includendo elementi legati al pensiero simbolico e sistemi di significato, l'autotrascendenza mostrerebbe di integrare inevitabilmente variabili intrinsecamente associate alla Self-directedness e Cooperativeness, determinando una sostanziale ridondanza teorica nella triade dei concetti del sé. Parallelamente, si evidenzia una marcata ambiguità sul piano psicopatologico, dal momento che non risulta chiarito se elevati livelli di autotrascendenza si associno a condizioni di adattamento o, al contrario, a strutturazioni atipiche del funzionamento cognitivo. Inoltre, le differenze nei punteggi medi tra campioni culturalmente distinti suggeriscono che alcune dimensioni del modello, in particolare l'autotrascendenza, si configurino come formulazioni a forte sensibilità culturale, evidenziando possibili distinzioni nell'approccio alla costruzione del sé dipendenti dal contesto socio-culturale (Kose, 2003; Martinotti et al., 2008). Naturalmente, qualora tale considerazione trovasse fondamento, potrebbe incidere significativamente sulla generalizzabilità dei costrutti sottesi. In ultimo, rispetto alle altre dimensioni del modello biosociale, la Self-Transcendence dimostra pattern associativi più instabili, e meno selettivi, con i domini della personalità del Big Five (De Fruyt et al., 2000). Ciò si pone in modo coerente con la natura ampia ed eterogenea della dimensione, passibile di mediazioni culturali.

Dal punto di vista analitico, la strutturazione gerarchica di personalità proposta dal modello ha trovato un riscontro empirico e operativo attraverso la somministrazione del Temperament and Character Inventory (TCI, 1993). Il TCI è un questionario autosomministrato a scelta dicotomica, adottato per la rilevazione quantitativa delle sette dimensioni di personalità e include al suo interno gli item del precedente TPQ. Tale evidenza empirica, tuttavia, andrebbe interpretata più come un supporto psicometrico alla teoria, piuttosto che una dimostrazione ontologica dell'esistenza delle dimensioni postulate, o della loro realtà neurobiologica e causativa. Conseguentemente, il TCI si configura come uno strumento di operazionalizzazione psicometrica e non corrisponde a un dispositivo di diagnosi.

## **1.5 Rilevanza teorica e limiti della teoria biosociale unificata della personalità**

Nel complesso la teoria biosociale unificata della personalità rappresenta un contributo teorico rilevante nel tentativo di trasformare categorie descrittive della personalità, in strutture esplicative neurobiologicamente fondate, integrando disposizioni temperamentali e processi maturativi del sé. In questi termini la personalità risulterebbe scomponibile in dimensioni latenti relativamente indipendenti, non riconducibili a semplici epifenomeni statistici del comportamento, bensì interpretabili in quanto costrutti causalmente radicati entro il funzionamento neurocognitivo. È questa ambizione esplicativa a costituire uno dei principali punti critici della teoria.

In primo luogo, alla luce delle evidenze odierne, le dimensioni proposte da Cloninger tendono a configurarsi come tassonomie descrittive eleganti, corredate da ipotesi interpretative di natura biologica, con basso potere esplicativo, pur mantenendo una buona validità psicometrica. In secondo luogo, tali interpretazioni biologiche si sono rivelate eccessivamente semplicistiche, se poste a paragone con la complessità del funzionamento cerebrale. In breve, l'ipotesi relativa ad una corrispondenza strutturale e lineare, tra disposizioni temperamentali e specifici sistemi monoaminergici oggi non trova riscontro empirico (Chen & Canli, 2022; Wacker & Paul, 2022; Rauland et al., 2025). Diversamente, appare più plausibile l'esistenza di un certo grado di correlazione a livello funzionale, indicativo di relazioni più complesse, non lineari, multideterminate e distribuite tra sistemi neurobiologici e tratti di personalità (McNaughton & Smillie, 2018; DeYoung et al., 2022). Alla luce di ciò, la riconfigurazione paradigmatica che ha caratterizzato il campo di ricerca, nel passaggio da studi a natura prevalentemente strutturale (MRI) ad un crescente impiego di analisi funzionali (fMRI), risulta particolarmente incisiva. Parte di tale movimento sarà approfondita nel capitolo due.

Difatti, l'ampliamento teorico realizzato nella teoria biosociale da Cloninger e colleghi rispecchia, quantomeno in parte, la necessità di sopperire al basso potere esplicativo delle ipotesi neurobiologiche descritte nel modello tridimensionale. In tal senso, l'introduzione dei domini del carattere si configura come un tentativo di adottare un approccio maggiormente olistico, vale a dire capace di rendere conto al meglio della natura complessa della personalità, accostando ai meccanismi biologici processi maturativi di natura cognitiva. Tuttavia, tale tentativo di ampliamento include in sé un

incremento dell'eterogeneità interna dei costrutti della teoria. L'incremento dell'eterogeneità dei costrutti riduce la specificità concettuale dei costrutti stessi e lede l'univocità interpretativa della teoria, costituendo un motivo di critica.

A sostegno della considerazione corrente, le evidenze empiriche non indicano una convergenza sistematica e uniforme tra le dimensioni del modello biosociale di personalità e i cinque fattori lessicali formalizzati dal modello dei Big Five (Costa & McCrae, 1992). Emerge, invece, come le dimensioni del modello biosociale spieghino solo parzialmente la varianza dei fattori Big Five e lo facciano in modo differenziato e distribuito, come evidenziato dalle analisi correlazionali e di regressione operate da De Fruyt e colleghi e, successivamente, da Capanna e colleghi nei rispettivi studi (De Fruyt et al., 2000; Capanna et al., 2012). Ciononostante, si sottolinea come le principali criticità emerse nelle analisi correlazionali e predittive sembrerebbero riconducibili primariamente alla dimensione della Self-Transcendence. Questo solleva alcuni interrogativi in merito alla misura in cui i pattern osservati siano da imputare alle problematiche ontologiche precedentemente discusse riguardo a tale dimensione.

In definitiva la tendenza dell'autotrascendenza a mostrare pattern associativi più deboli e meno selettivi con le dimensioni del Big Five può essere interpretata sia come un limite, sia come un potenziale elemento di valore. La non sovrapponibilità del costrutto con i cinque fattori potrebbe denotare, da un lato, un minore allineamento dello stesso all'insieme dei fattori lessicali su cui il Big Five è fondato, dall'altro una maggiore sensibilità culturale del costrutto. Più semplicemente, l'incapacità dell'autotrascendenza di spiegare in modo stabile la varianza dei fattori del Big Five può essere valutata un limite qualora si consideri il Big Five una descrizione esaustiva della personalità; un pregio nella misura in cui si assume tale mancanza possa costituire l'opportunità di catturare una porzione di varianza non già spiegata dai modelli disposizionali classici, pertanto potenzialmente inedita.

Riepilogando, la teoria biosociale unificata della personalità, ad opera di Cloninger, Svrakic e Przybeck (1993) si configura come un modello psicobiologico della struttura e dello sviluppo della personalità che tiene conto sia delle dimensioni del temperamento che del carattere, capace di offrire molteplici riferimenti per gli sviluppi teorici successivi, pur presentando criticità teoriche ed empiriche considerevoli che ne ledono la portata esplicativa.



## **Capitolo 2**

# **Dai correlati strutturali alle dinamiche funzionali: evidenze sui tratti di personalità (2000–2012)**

### **2.1 Introduzione**

Il presente capitolo è dedicato all'analisi degli sviluppi empirici nelle neuroscienze della personalità, nel tentativo di individuare correlati neurali dei tratti, con particolare riferimento al periodo compreso tra il 2000 e il 2012 circa. Durante questa fase, il campo di studi si è caratterizzato per una progressiva transizione dalla ricerca di correlati strutturali discreti, in continuità con l'impostazione teorica di Cloninger, verso una concezione funzionale e distribuita dei tratti di personalità. Parallelamente, si osserva uno spostamento dell'indagine neuroscientifica da una prospettiva strettamente riduzionista, fondata sulla presupposta localizzabilità dei tratti entro sistemi neurobiologici discreti, in direzione di un approccio di tipo network-based e multilivello, enfaticamente gli aspetti di connettività e le dinamiche tra reti neurali.

Tale evoluzione empirica non si configura come un semplice caso di lineare progresso scientifico, ma reca i segni di numerose problematiche di ordine teorico e metodologico. La trasformazione paradigmatica del campo rende infatti manifesti alcuni dilemmi gnoseologici connaturati alla scienza della personalità.

Il primo problema concerne la natura stessa dei tratti di personalità e il cosiddetto statuto ontologico del tratto. I tratti di personalità non costituiscono entità direttamente osservabili, piuttosto, essi vengono descritti come costrutti latenti, inferiti a partire dalla relativa stabilità nelle manifestazioni comportamentali, cognitive e affettive. In questi termini, ci si interroga sulla natura ontologica del tratto, vale a dire che cosa il tratto sia e

a cosa esso corrisponda: se ad una reale struttura della personalità o ad una semplice convenzione descrittiva; se ad un chiaro fenomeno statistico oppure, ancora, ad una facoltà emergente da sistemi psicobiologici sottostanti. In altre parole, ci si interroga entro quale livello analitico risulti più opportuno collocare i tratti, considerata la loro essenza teorica: se ad un livello simbolico-descrittivo, astratto e con funzione rappresentazionale, o ad un livello subsimbolico a fondamento neurobiologico (Smolensky, 1988). È in virtù di tale tensione che la ricerca neuroscientifica ha tentato di porre in corrispondenza i diversi livelli analitici al fine di indagarne la relazione; nel continuo impegno a individuare un punto di connessione tra i tratti, configurabili come costrutti latenti e molarì, ad alto livello di astrazione e la misura neurobiologica, di natura fine e microscopica. Tuttavia, ad oggi, una corrispondenza chiara, lineare e diretta tra livelli di analisi non risulta empiricamente supportata. Questa difficoltà potrebbe ricondursi, in termini ipotetici, ad un disallineamento tra domini di per sé non pienamente commensurabili, vale a dire all'impraticabilità della ricerca di una data corrispondenza tra una descrizione simbolica e una dinamica subsimbolica. Tale presunto disallineamento tra la natura dei costrutti di personalità e la finezza delle misure neuroscientifiche introduce il cosiddetto problema della granularità.

## **2.2 Granularità e il problema della granularità**

Con il termine «granularità» viene inteso il grado di partizionamento, o livello di risoluzione, mediante cui un dato sistema, o fenomeno, viene indagato e descritto all'interno di uno spazio di rappresentazione articolato in stati, tale per cui, quanto maggiore è il numero di stati assumibili dallo spazio di rappresentazione impiegato per l'analisi di un costrutto, tanto maggiore sarà la granularità del costrutto stesso e minore il suo grado di astrazione; viceversa, minore è il numero di stati, minore è la granularità del costrutto e maggiore la sua molarità. Per esempio, si consideri il tratto dell'estroversione. Esso costituisce un costrutto ad elevata molarità e bassa granularità, poiché riduce un ampio insieme di stati cognitivi, emotivi e comportamentali distinti entro un'unica dimensione astratta e generale, caratterizzandosi per un limitato grado di partizionamento. Al contrario, una qualsiasi misura neurale locale rappresenta un parametro a minore molarità ed elevata granularità, poiché descrive un ampio numero di stati altamente specifici e circoscritti del sistema nervoso, caratterizzandosi per un alto grado di risoluzione analitica, dunque di dettaglio.

Per «problema della granularità» ci si riferisce, invece, al disallineamento tra spazi di rappresentazione differentemente partizionati. In breve, il problema della granularità emerge laddove si tenti di porre in relazione domini descritti a distinti livelli di risoluzione, entro cui costrutti ad alta astrazione e bassa granularità sono posti in associazione a misure definite con alta risoluzione analitica. Discrepanze nella granularità dei costrutti risultano precludere la possibilità di stabilire corrispondenze univoche tra i relativi spazi di rappresentazione (cap4, fig.11). Nel contesto dei tratti di personalità tale discrepanza emerge a fronte del tentativo di ricondurre costrutti latenti, astratti e a bassa granularità – i tratti – ad indicatori neurali ad elevata granularità – le strutture cerebrali – caratterizzati da un ampio livello di dettaglio locale. Ognuno di tali indicatori descrive aspetti solo parziali del sistema, la cui integrazione non consente di rappresentare in modo univoco il costrutto molare loro associato a causa della natura non-lineare, né isomorfica, ma distribuita della relazione tra i livelli analitici.

Il tentativo di correlare i tratti di personalità, costrutti latenti, a singoli indicatori neurali strutturali, direttamente misurabili, determina quindi una semplificazione del fenomeno, riflettendo associazioni deboli, eterogenee e difficilmente generalizzabili. Ne consegue che le difficoltà nell'individuazione di correlati neurali stabili dei tratti di personalità, approfondite nel prosieguo del capitolo, non appaiono unicamente attribuibili a limitazioni di natura empirica o metodologica, ma riflettono un disallineamento strutturale sistematico tra livelli di analisi non pienamente comparabili. Tale disallineamento problematizza, dunque, l'ipotesi dell'esistenza di una corrispondenza lineare tra tratto e uno o più substrati neurali, contribuendo, ancora una volta, ad orientare il campo di ricerca verso una concezione distribuita e funzionale delle basi neurobiologiche della personalità, maggiormente compatibile alla natura molare dei tratti (Adelstein et al., 2011). In linea con questa prospettiva «poiché il concetto di personalità non è stato progettato per facilitare la differenziazione biologica del tratto entro gli individui, vi è un alto potenziale che soggetti in gruppi, differenziati in base agli strumenti di misura della personalità, possano mostrarsi altamente eterogenei nel meccanismo cerebrale» (Tian et al., 2018).

Il problema della granularità introduce, a sua volta, ulteriori elementi di critica da attenzionare nella trattazione dell'indagine neuroscientifica della personalità, tra cui la presenza di *effect size* intrinsecamente ridotte e la frequente limitatezza della numerosità

campionaria. Tra i fattori di criticità si annoverano, inoltre, la natura sfuggente delle associazioni tra i tratti e il sistema nervoso, tale che la sola presenza di una correlazione statisticamente significativa non consente di inferire una relazione causale tra i costrutti esaminati, e le problematiche relative alla misurazione del tratto. La disomogeneità degli strumenti di misura adottati e la loro contenuta affidabilità contribuiscono ad una sistematica mitigazione delle associazioni osservabili. Per una disamina approfondita delle principali critiche metodologiche e controversie epistemologiche, si rimanda al capitolo quattro.

In conclusione, il presente capitolo si propone di argomentare gli sviluppi empirici della ricerca nelle neuroscienze della personalità, considerati i limiti e le vulnerabilità teoriche discusse in precedenza. In linea con la letteratura, l'analisi si focalizzerà sui tre tratti che hanno ricevuto maggiore attenzione sperimentale e per i quali si dispone di evidenze relativamente più consistenti: nevroticismo, estroversione e apertura mentale. A tale scopo, il capitolo si articola in tre sezioni distinte, ognuna delle quali è destinata all'esposizione di uno dei suddetti costrutti e delle relative evidenze neuroscientifiche. Entro ogni sezione, saranno dapprima considerate le evidenze di natura strutturale (MRI) e, successivamente, quelle di natura funzionale (fMRI), così da rappresentare in modo chiaro le principali direttrici di sviluppo del campo. L'analisi proposta non intende costituire una rassegna sistematica, bensì una sintesi critica e argomentativa delle principali traiettorie empiriche.

## **2.3 Nevroticismo**

Il nevroticismo è generalmente definito, dal modello dei Big Five, come la tendenza a sperimentare affettività negativa, instabilità emotiva e cognizioni spiacevoli associate all'esperienza soggettiva di minaccia e punizione, come accade nei vissuti di rabbia, irritazione, tristezza, vulnerabilità allo stress, ruminazione e, nello specifico, nei vissuti d'ansia e depressione (Costa & McCrae, 1992; DeYoung, 2010). Elevati livelli di nevroticismo sono tipicamente associati ad una marcata reattività agli stimoli avversivi e una ridotta efficacia dei meccanismi di regolazione affettiva; di contro, bassi livelli del tratto riflettono stabilità e controllo emotivo, oltre che una più efficiente capacità di gestione delle contingenze stressanti. In aggiunta, il nevroticismo può essere descritto in quanto fattore di rischio generale per la psicopatologia ed è stato dimostrato prevedere

numerosi disturbi internalizzanti, disturbi di personalità e, in misura minore, alcuni disturbi esternalizzanti (Servaas et al., 2013).

Avvalendosi di tale inquadramento teorico-concettuale, le prime indagini nell'ambito delle neuroscienze della personalità si sono impegnate nel tentativo di definire una corrispondenza univoca tra il nevroticismo e specifici substrati neuroanatomici. A tal fine, le differenze interindividuali nel tratto, rilevate attraverso strumenti psicometrici, sono state poste in relazione a variazioni morfometriche del parenchima cerebrale, misurate tramite risonanza magnetica strutturale. L'obiettivo ultimo era quello di valutare la bontà delle correlazioni così ricavate, basandosi sul presupposto implicito che configurazioni stabili dell'architettura volumetrica del cervello potessero riflettere disposizioni di personalità. Nello specifico, tali studi hanno analizzato parametri morfometrici quali il volume di materia grigia, regionale e globale, lo spessore corticale e la densità tissutale, esaminandone la covariazione con i livelli di nevroticismo.

Dai contributi derivanti dalle indagini strutturali sono emerse associazioni relativamente consistenti tra il nevroticismo e il volume di regioni quali la corteccia orbitofrontale (OFC), il giro frontale superiore (SFG) e medio (MFG), il giro temporale superiore (STG), nonché l'amigdala, il giro occipitale laterale (LOG) e il nucleo caudato (Chen & Canli, 2022). Tuttavia, tale consistenza risulta in larga misura apparente e trova disconferma dai risultati di analisi quantitative sistematiche. In particolare, la meta-analisi condotta da Chen e Canli (2021) ha rilevato una marcata eterogeneità dei risultati, non riscontrando correlazioni strutturali robuste tra nevroticismo e misure volumetriche della materia grigia. Analogamente, anche lo studio ad ampia numerosità campionaria ( $n = 1107$ ) di Avinun e colleghi (2020) non ha riscontrato associazioni significative tra i tratti del Big Five e gli indici morfometrici cerebrali, compreso il nevroticismo.

Al netto della fragilità delle evidenze morfometriche, sul piano interpretativo, considerata la definizione del costrutto del nevroticismo, è possibile ricondurre le regioni precitate a sistemi deputati ai processi di valutazione, rappresentazione e modulazione dell'affettività negativa. In particolare, tali aree sono rispettivamente associate alle funzioni di valutazione del valore affettivo degli stimoli e regolazione del processo decisionale (corteccia orbitofrontale – OFC), monitoraggio esecutivo e modulazione top-down della risposta emotiva (giro frontale superiore e medio – SFG e MFG), elaborazione della salienza emotiva di stimoli potenzialmente minacciosi (amigdala), integrazione e

codifica di segnali socio-emotivi, in particolare di natura prosodica (giro temporale superiore – STG), rilevazione visiva di stimoli emotigeni (giro occipitale laterale – LOG) e modulazione di processi di apprendimento, selezione dell'azione e sensibilità motivazionale al rinforzo (nucleo caudato), conformemente con un potenziale coinvolgimento della circuiteria fronto-striatale legata alla ricompensa. Il ricorso a tali corrispondenze funzionali è da intendersi in termini meramente indicativi e ha il solo fine esemplificativo.

In tal senso, non è chiaro se l'osservazione ricorrente delle regioni sopra delineate rifletta la reale convergenza delle evidenze empiriche, o se sia, almeno in parte, riconducibile a bias interpretativi e giudizi aprioristici pregiudicanti la selezione e valutazione dei risultati. Quest'ultima ipotesi trova riscontro nella mancata replicazione segnalata dalle meta-analisi disponibili. Ad ogni modo, sebbene risulti metodologicamente preferibile riferirsi ad evidenze quantitative e sistematiche nella ricerca, si rileva che il numero di meta-analisi oggi disponibili nell'ambito delle neuroscienze della personalità risulta ancora piuttosto limitato.

Conformemente a quanto illustrato, l'assenza di associazioni strutturali robuste e replicabili tra nevroticismo e le strutture neuroanatomiche viene qui interpretato sia come esito di limitazioni metodologiche, sia in quanto risultante delle difficoltà insite nel porre in corrispondenza l'astrattezza dei costrutti psicometrici con la granularità della misura neuroscientifica. Le vulnerabilità emerse nel contesto delle indagini morfometriche hanno quindi orientato la ricerca dei correlati neurali verso un approccio funzionale, che considera il tratto come una proprietà emergente da network dinamici, piuttosto che il prodotto di variazioni volumetriche localizzate.

Secondo una prospettiva funzionale classica, il nevroticismo è stato storicamente ricondotto alle differenze interindividuali nella sensibilità verso stimoli avversivi e segnali di punizione, come formalizzato nella Reinforcement Sensitivity Theory (RST; Gray & McNaughton, 2000). In quest'ottica, il tratto emergerebbe dalla manifestazione congiunta degli esiti derivanti da una maggiore reattività del Behavioral Inhibition System (BIS), adibito all'elaborazione degli stimoli avversivi, alla rilevazione del conflitto e all'inibizione della risposta comportamentale, e da una marcata sensibilità del Fight-Flight-Freeze System (FFFS), deputato alla gestione di minacce imminenti attraverso l'emissione di risposte di attacco, fuga o freezing. Alti livelli di nevroticismo

rifletterebbero, di conseguenza, una maggiore propensione neurocognitiva alla vigilanza verso stimoli potenzialmente pericolosi o ambigui. In virtù di tale supposizione l'interesse della ricerca si è rivolto, a partire dai primi anni Duemila, verso il tentativo di rilevare pattern sistemici di risposta a stimoli emotivamente salienti, nonché verso l'analisi della connettività funzionale tra circuiti implicati nella regolazione affettiva, nella motivazione, nell'elaborazione della minaccia e nella sensibilità al rinforzo.

Gran parte degli studi di neuroimaging funzionale inerenti al costrutto del nevroticismo ha focalizzato la propria ricerca su regioni appartenenti a sistemi cortico- limbici, tra cui la corteccia prefrontale mediale (mPFC), l'insula (INS), l'amigdala, la corteccia cingolata anteriore (ACC) e l'ippocampo (DeYoung, 2010; Servaas et al., 2013). Anche in questo quadro, tuttavia, i risultati appaiono eterogenei. In particolare, si rilevano risultati contrastanti circa la possibile correlazione tra le differenze interindividuali nei livelli di nevroticismo e la reattività dell'amigdala a stimoli emotigeni a valenza negativa. Laddove parte della letteratura riporta una correlazione positiva tra nevroticismo e responsività amigdalare (Servaas et al., 2013; cfr. Everaerd et al., 2015; Cunningham et al., 2011; Brück et al., 2011; Canli et al., 2001), altre indagini hanno prodotto risultati antitetici (cfr. Cremers et al., 2010, Haas et al., 2007). Certamente, risulta necessario evidenziare come la numerosità campionaria di questi studi sia spesso contenuta, il che solleva fragilità significative in termini di potenza statistica e stabilità delle stime per qualsivoglia ipotesi. È ampiamente documentato che la limitata numerosità dei campioni di indagine favorisca la sovrastima sistematica dell'ampiezza degli effetti osservati, secondo un fenomeno noto come Winner's Curse (Button et al., 2013), con ripercussioni sostanziali sulla replicabilità.

Lo scenario emergente dalle indagini di connettività funzionale appare differente. Sebbene le analisi di attivazione operino in un contesto metodologicamente avanzato, nonché più standardizzato, promuovendo la comparabilità e aggregabilità degli studi, le indagini sulla connettività sembrerebbero collocarsi entro una cornice teorica più adeguata alla natura distribuita dei processi neurali, pur risultando metodologicamente frammentate. Per questo motivo, lo studio della connettività cerebrale consente, quantomeno sul piano teorico, di trascendere i limiti imposti dall'approccio localizzazionista, in favore di un'indagine dinamica delle interazioni tra nodi che sottendono l'architettura complessa del tratto psicologico. Tuttavia, tale presupposta

conformità teorica risulta contrapporsi ad un'ampia eterogeneità paradigmatica e metodologica del dominio di indagine, che limita la comparabilità tra le evidenze connessionali, rendendo problematica una sintesi univoca dei risultati.

Nella ricerca di associazioni tra livelli di nevroticismo e la connettività cerebrale l'interesse della letteratura si è incentrato primariamente su regioni coinvolte nella regolazione emozionale, nell'elaborazione autoreferenziale, nel coordinamento di processi motivazionali, nell'integrazione interocettiva degli stimoli, e nella memoria contestuale, quali la corteccia cingolata anteriore (ACC), la corteccia prefrontale mediale dorsale (dmPFC), il precuneo (PCN), l'insula (INS) e l'ippocampo. In linea con questa prospettiva, il nevroticismo è stato osservato modulare l'associazione funzionale tra regioni coinvolte nel condizionamento alla paura, correlando con un rafforzamento delle interazioni tra amigdala e ippocampo, oltre che con un maggior coinvolgimento delle connessioni corticipete che pongono in relazione funzionale l'amigdala con la corteccia prefrontale ventromediale (vmPFC), dorsolaterale (dlPFC) e corteccia cingolata anteriore (Tzschoppe et al., 2014). Parimenti, un alto nevroticismo viene accostato ad incrementi nel grado di associazione funzionale tra amigdala e precuneo, in condizione di riposo, e alla parallela riduzione della connettività tra amigdala e regioni frontali (Aghajani et al., 2013; cfr. Cremers et al., 2010). Questi risultati potrebbero indicare una relazione tra le variazioni nelle tendenze nevrotiche e le specificità nei processi di elaborazione autoreferenziale. Inoltre, tali evidenze risultano particolarmente rilevanti se rapportate congiuntamente a risultati divergenti di natura strutturale-connessionale (cfr. Xu & Potenza, 2012), suggerendo una possibile dissociazione tra l'organizzazione microstrutturale dei circuiti cortico-limbici e le dinamiche funzionali delle interazioni fra reti distribuite. In ogni caso, ancora una volta, la discrepanza dei risultati sottolinea la necessità empirica di adempiere ad ulteriori approfondimenti.

## **2.4 Estroversione**

L'estroversione viene comunemente descritta, dal modello del Big Five, come la tendenza a manifestare socievolezza, energia, assertività e sensibilità alla ricompensa, riflettendo la propensione all'emissione di comportamenti di approccio e ingaggio con l'ambiente (Costa & McCrae, 1992; DeYoung, 2010). Elevati livelli di estroversione si associano a una marcata responsività agli stimoli appetitivi e a una maggiore motivazione all'approccio. Analogamente, bassi livelli di estroversione si accostano ad una ridotta



attivazione motivazionale e a una minore sensibilità al rinforzo positivo. Di conseguenza, individui estroversi vengono tipicamente descritti come assertivi, motivati, energici, loquaci, coinvolti, entusiasti, spontanei, sociali ed eccitati. Al contrario, individui introversi vengono sovente qualificati come riservati, silenziosi, conservativi e relativamente insensibili alle contingenze ambientali. Estroversione e introversione rappresentano, dunque, manifestazioni opposte di un continuum fondato su variazioni interindividuali nella responsività agli stimoli appetitivi e nella propensione a interagire con l'ambiente. Inoltre, risulta consuetudine assodata definire l'introversione, in senso lato, una condizione di assenza o di mancanza di estroversione, piuttosto che come un costrutto autonomo.

A tal proposito, in linea con l'ipotesi lessicale (Allport & Odbert, 1936; Goldberg, 1990), appare ragionevole ipotizzare l'esistenza di una certa asimmetria descrittiva di natura lessicale tra estroversione e introversione, tale per cui il repertorio dei termini qualificativi associati al primo tratto risulterebbe più ampio e diversificato rispetto a quello riferibile al secondo; in altre parole, l'estroversione presenterebbe una maggiore densità e varietà descrittiva sul piano lessicale rispetto all'introversione. Tale disparità rifletterebbe la maggiore salienza e osservabilità comportamentale delle caratteristiche associate ad alti livelli di estroversione, promuoventi una più ampia differenziazione lessicale. Al contrario, la natura meno manifesta delle caratteristiche dell'introversione determinerebbe la sua ridotta articolazione sul piano descrittivo esplicito e, conseguentemente, una limitata varietà di termini che qualifichino il tratto. Tuttavia, ciò non implica una minore complessità intrinseca dell'introversione, bensì la sua minore differenziazione entro un livello fenomenologico osservabile. Su questa base, la maggiore articolazione descrittiva dell'estroversione contribuisce alla sua eterogeneità concettuale. Al contempo poiché l'introversione è spesso definita per contrasto ai livelli elevati di estroversione, tale eterogeneità si ripercuote sulla definizione di estroversione stessa.

A differenza del nevroticismo, che è caratterizzato da un nucleo teorico relativamente unitario, vi è minore accordo in letteratura circa gli aspetti di personalità inclusi nel costrutto dell'estroversione. L'insieme delle prerogative considerate facenti parte del tratto dipende dal modello teorico di riferimento. Se per alcuni approcci l'estroversione viene prevalentemente considerata in virtù delle sue proprietà agentiche, quali assertività e la ricerca di sensazioni, per altri deve essere indagata in ragione delle

sue componenti sociali, legate all'affiliazione e all'intensità dell'interazione interpersonale. Ne consegue che tale frammentazione concettuale potrebbe intersecarsi, sul piano interpretativo, con l'asimmetria lessicale precedentemente discussa. Se da un lato la quantità di termini disponibili per la descrizione del tratto ne riflette la salienza comportamentale, dall'altro essa rispecchia l'assenza di un vero consenso teorico sulla definizione delle sue delimitazioni concettuali.

Sul piano strutturale, coerentemente con quanto osservato per il nevroticismo, le indagini morfometriche volte a identificare i correlati neuroanatomici dell'estroversione si sono focalizzate sull'analisi dei volumi di materia grigia, sia a livello regionale che globale, nonché sullo spessore corticale e sulla densità tissutale. Anche in questo caso, le evidenze appaiono piuttosto eterogenee. In assenza di una convergenza significativa, dalle indagini strutturali sono emerse associazioni ricorrenti, con segno discordante, tra l'estroversione e regioni primariamente implicate nei circuiti della ricompensa e della motivazione, nel controllo esecutivo-attentivo e in molteplici processi socio-cognitivi e mnestici, quali i nuclei della base (caudato e putamen), diverse regioni prefrontali (corteccia prefrontale dorsolaterale, corteccia orbitofrontale, giri frontali superiore, medio e inferiore), aree temporo-mediali (giro temporale superiore e medio, corteccia paraippocampale, corteccia peririnale) e regioni parieto-occipitali (lobulo parietale superiore e giro occipitale inferiore) (Chen & Canli, 2022).

Evidenze meta-analitiche non riportano piena coerenza dei risultati. Tra le poche sintesi quantitative attualmente disponibili, mentre alcune non rilevano nessuna regione cerebrale associata all'estroversione (Chen & Canli, 2022), altre riportano cluster di convergenza significativi (Lai et al., 2019). Nel loro insieme, tali evidenze avvalorano la prospettiva di un quadro empirico disomogeneo, sprovvisto di chiare architetture neuroanatomiche associate all'estroversione. La mancanza di una corrispondenza morfometrica inequivocabile ha così determinato lo spostamento del dominio di indagine sul versante funzionale, con l'obiettivo di individuare pattern dinamici di attivazione e interazione tra regioni cerebrali.

È assodato che la dopamina svolga un ruolo chiave nella sensibilità alla ricompensa, modulando comportamenti di approccio all'ambiente e di ingaggio verso stimoli rinforzanti, e configurandosi come uno dei principali substrati del Behavioral Activation System (BAS; Gray & McNaughton, 2000). Alla luce di tale impostazione, considerata

la definizione di estroversione, la ricerca si è incentrata primariamente sull'analisi dell'associazione tra le differenze interindividuali nel tratto e le variazioni della reattività funzionale dei circuiti della ricompensa (Depue & Collins, 1999). Diversi studi di risonanza magnetica funzionale (fMRI) hanno rilevato come l'estroversione risulti correlare all'attività di regioni implicate in paradigmi di *decision-making*, ricompensa e regolazione emozionale, quali la corteccia prefrontale dorsolaterale (dlPFC), la corteccia orbitofrontale (OFC), la corteccia cingolata anteriore (ACC), il giro temporale medio (MTG), il precuneo (PCN), l'amigdala e il nucleo accumbens (DeYoung, 2010; Kennis et al., 2013; Mueller et al., 2014; Wu et al., 2014; Lei et al., 2015). Questi risultati suffragano l'ipotesi secondo cui l'estroversione sottenda sistemi neurofunzionali di ricompensa e motivazione dopamina-mediati. Tuttavia, tale relativa convergenza delle evidenze risulta, in larga parte, circoscritta alle sole componenti agentiche del tratto dell'estroversione, come l'assertività e la motivazione incentivante, per le quali l'implicazione della circuiteria dopaminergica appare neurobiologicamente fondata, senza costituire, pertanto, un mappaggio neurale unitario dell'estroversione nella totalità delle sue componenti. A tal proposito, risulta possibile ipotizzare una relativa asimmetria nell'indagine funzionale delle componenti agentiche e socio-emotive del tratto dell'estroversione, tale che le prime sembrerebbero aver ricevuto maggiore attenzione empirica rispetto alle seconde. Questa discrepanza potrebbe essere ascrivibile a *bias* dei paradigmi sperimentali, sicché larga parte delle misure si concentrerebbe a rilevare comportamenti agentici, probabilmente in virtù di un maggiore controllo sperimentale che essi determinano. In quest'ottica il coinvolgimento del precuneo e giro temporale medio apre a future indagini miranti a comprendere gli aspetti socio-cognitivi legati all'estroversione.

Al di fuori della cornice teorica legata alla dopamina, sono state riportate associazioni sistematiche tra le variabilità interindividuali nell'estroversione e l'attività intrinseca a riposo di regioni sensorimotorie, parietali e frontali superiori, quali l'area motoria supplementare, il giro frontale superiore e medio (SFG/MFG) il lobulo paracentrale (PCL), il lobulo parietale inferiore (IPL), e il giro linguale (Li et al., 2025). Anche in questo frangente, malgrado l'assenza di evidenza di un coinvolgimento dopaminergico diretto, i risultati sarebbero da ricondursi alla natura agentiche del tratto dell'estroversione: le regioni di cui sopra si associano a circuiti di integrazione

sensorimotoria e di orientamento attentivo esogeno, i quali rifletterebero una disposizione all'emissione di comportamenti di approccio. In mancanza di un coinvolgimento dopaminergico diretto, tuttavia, resta da chiarire quanto degli effetti sopra descritti sia da ricondurre ai requisiti dei compiti sperimentali utilizzati e quanto alle proprietà intrinseche del tratto.

Infine, si attenziona come alcune evidenze psicofarmacologiche abbiano associato l'estroversione ad una specifica reattività del sistema neuroendocrino e alla risposta differenziale rispetto ad agenti farmacologici che modulano la trasmissione dopaminergica. Sebbene tale ambito di indagine non abbia ancora conseguito piena stabilità empirica, alcune evidenze appaiono sufficientemente replicabili da concludere che «con ragionevole certezza l'estroversione modula diverse risposte ai farmaci dopaminergici» (Wacker et al., 2015).

## **2.5 Apertura all'esperienza**

L'apertura all'esperienza è generalmente definita, nel dominio del Big Five, come la propensione individuale a manifestare curiosità epistemica, flessibilità cognitiva, immaginazione attiva, cultura, sensibilità estetica e originalità, riflettendo una più ampia attitudine all'esplorazione di contenuti cognitivi, percettivi e simbolici (Costa & McCrae, 1995; McCrae & John, 1992; DeYoung, 2010). Elevati livelli di apertura all'esperienza correlano ad un'ampia capacità di rielaborazione creativa, a una vivida immaginazione mentale, oltre che a un esteso repertorio esperienziale, maggiori tendenze anticonformiste e una maggiore tolleranza all'ambiguità e all'incertezza. Al contrario, bassi livelli del tratto si associano a rigidità cognitiva, minore resilienza al cambiamento, tendenza al dogmatismo e una spiccata preferenza verso ciò che è familiare.

A fronte della natura fortemente eterogenea del suo costrutto, l'apertura all'esperienza rappresenta il tratto più complesso da descrivere. In ragione di ciò, non di rado in letteratura viene fatto riferimento a tale fattore tramite l'uso di una pluralità di etichette (e.g. apertura mentale, intelligenza, intelletto, interessi intellettuali, cultura) (Carver & Scheier, 2023). In linea con questa disomogeneità tassonomica, anche i risultati rilevati dalle indagini morfometriche appaiono tra loro discordanti (Chen & Canli, 2022; Abu Raya et al., 2023). Tra le regioni più frequentemente associate all'apertura all'esperienza figurano il nucleo caudato (CN), la corteccia paraippocampale (PHC), i giri temporali superiore, medio e inferiore (STG, MTG, ITG), l'insula, la corteccia cingolata

posteriore (PCC), il solco parietale superiore (SPL) e il precuneo (PCN); ciononostante, non è presente una convergenza sistematica né riguardo alle regioni individuate, né alla direzione delle correlazioni osservate, con un ampio numero di studi che non rileva alcuna associazione (Chen & Canli, 2022). Coerentemente, le evidenze risultanti da analisi quantitative suggeriscono l'assenza di correlazioni stabili tra apertura all'esperienza e parametri morfometrici cerebrali (Chen & Canli, 2022). Pertanto, analogamente a quanto osservato per nevroticismo ed estroversione, tale impasse strutturale ha determinato il progressivo riorientamento degli sforzi della ricerca verso l'indagine di correlati funzionali e connessionali.

Se per l'estroversione e il nevroticismo la ricerca neuroscientifica si è prevalentemente focalizzata su circuiti neurali circoscritti, l'apertura all'esperienza sembra invece sottendere un'architettura neurofunzionale maggiormente distribuita, fondata sull'interazione complessa tra *network* neurali su larga scala. Nello specifico, alcuni contributi riconducono la neurobiologia del tratto a tre principali domini funzionali: l'elaborazione della ricompensa, mediata da proiezioni dopaminergiche mesocorticolimbiche, i processi autoreferenziali, immaginativi e introspettivi, sostenuti dal Default Mode Network (DMN), e i processi di ragionamento astratto e presa di decisione, relativi all'Executive Control Network (ECN) (Abu Raya et al., 2023). Secondo tale prospettiva, dunque, il costrutto dell'apertura all'esperienza troverebbe un riscontro empirico a livello di configurazioni neurali distribuite. Ad oggi, nuove evidenze mostrano come una porzione significativa della varianza del tratto risulti predicibile tramite analisi dei pattern connessionali dei resting-state networks, con un'accuratezza prossima a quella osservata nella predizione di punteggi ai test di intelligenza (Dubois et al., 2018). In tal senso, lo studio dell'apertura all'esperienza richiede di considerarne la natura funzionale composita.

Sul piano interpretativo, il costrutto dell'apertura all'esperienza può essere distinto in due nuclei funzionali essenziali: *l'openness* (apertura), riferita a un'elaborazione dell'esperienza orientata agli aspetti simulativo-immaginativi, percettivi ed estetici della stessa, e *l'intellect* (intelletto), riguardante l'elaborazione cognitiva astratta e l'impegno intellettuale generalmente inteso, nonché fortemente associato alla memoria di lavoro e funzioni di controllo esecutivo (DeYoung et al., 2005, 2009; DeYoung, Quilty, Peterson, 2007; DeYoung, 2010). Tale articolazione interna del tratto risulta coerente con la

distinzione funzionale precedentemente illustrata, evidenziando una plausibile corrispondenza tra i processi associati alla componente dell'*openness* e quelli sovrintesi dal DMN, e tra i processi legati alla componente dell'*intellect* e quelli coordinati dall'ECN (cfr. Marstrand-Joergensen et al., 2021).

Integrando tali evidenze, l'apertura all'esperienza emergerebbe pertanto dal prodotto dell'interazione dinamica tra i due suddetti macro-domini processuali, riflettendo i dinamismi dei sistemi neurali loro sottesi. Studi di imaging funzionale consentono di avanzare l'ipotesi che l'apertura all'esperienza possa essere associata a una maggiore connettività funzionale tra ECN e DMN (Abu Raya et al., 2023). Sebbene queste evidenze siano ancora molto limitate, se replicate supporterebbero che il tratto possa dipendere da una più efficiente integrazione tra i processi di simulazione cognitiva e di controllo esecutivo. Infine, a partire dai risultati relativi al possibile coinvolgimento del sistema dopaminergico, è stato ipotizzato che la sensibilità alla ricompensa possa ricoprire un ruolo nella variabilità di manifestazione del tratto. Nello specifico si suppone che le proiezioni dopaminergiche possano modulare la flessibilità dei processi cognitivi sostenuti dalle regioni prefrontali, esercitando un effetto indiretto sull'interazione funzionale tra DMN ed ECN (DeYoung, 2010).

## **2.6 Dal localizzazionismo ai modelli funzionali della personalità**

In conclusione, le evidenze esaminate nel presente capitolo possono essere considerate espressione di una fase di verifica empirica dei primi postulati neuroscientifici sulla personalità, fortemente indirizzata alla ricerca di corrispondenze tra tratti e substrati neurobiologici discreti e localizzati. I risultati discussi non smentiscono l'ipotesi dell'esistenza di una base neurobiologica della personalità, ma ne problematizzano una visione localizzazionista evidenziando un quadro di esiti disomogenei, contrassegnato da associazioni morfometriche precarie e difficilmente replicabili.

Nevroticismo, estroversione e apertura appaiono infatti associati a configurazioni neuronali distribuite, parzialmente sovrapposte e difficilmente ascrivibili a singoli substrati anatomici o neurochimici. La parziale sovrapposizione funzionale registrata tra i tre tratti suggerisce come nevroticismo, estroversione e apertura all'esperienza non corrispondano a entità psicologiche rigidamente indipendenti sul piano neurofunzionale,

indicando piuttosto una rilevante interrelazione teorica ed empirica tra i sistemi loro sottesi.

In questi termini, la riorganizzazione progressiva della ricerca verso modelli funzionali e network-based, che ha caratterizzato il campo nel periodo compreso tra il 2000 e il 2012, appare confacente alla natura complessa, dinamica e multilivello dei tratti di personalità. La transizione dagli studi morfometrici all'indagine della connettività funzionale suggerisce come i tratti siano da percepire come proprietà molari originanti dall'interazione dinamica tra sistemi autoregolativi, motivazionali, cognitivi e affettivi.

La disciplina delle neuroscienze della personalità è così chiamata ad una complessa operazione di sintesi multilivello tra i molteplici piani di analisi, dal dominio neurobiologico alla descrizione psicometrica, passando per sistemi funzionali intermedi.

È in risposta a tale esigenza integrativa, emersa anche in funzione del crescente accumulo delle evidenze discusse nel presente capitolo, che trova genesi la Cybernetic Big Five Theory (CB5T) di Colin G. DeYoung. La CB5T avanza una concezione dei tratti come parametri disposizionali, istanze di sistemi adattivi orientati alla regolazione del funzionamento individuale, proponendosi di articolare in una cornice teorica unitaria i molteplici livelli analitici implicati nello studio della personalità. Il terzo capitolo sarà dunque dedicato alla disamina di tale prospettiva teorica.

## Capitolo 3

# La Cybernetic Big Five Theory: integrazione multilivello e concezione funzionale dei tratti

### 3.1 Introduzione

Sullo sfondo delle criticità teoriche, empiriche e metodologiche emerse nell'ambito delle neuroscienze della personalità a partire dal 2000, la Cybernetic Big Five Theory (CB5T; 2015), formalizzata da Colin G. DeYoung, rappresenta uno dei più articolati sforzi contemporanei volti alla riorganizzazione teorica del campo. Essa viene proposta come una teoria integrativa multilivello il cui fine è quello di fornire un modello esplicativo completo, esaustivo e meccanicistico delle differenze individuali, includente entro un quadro unitario principi appartenenti alla cibernetica e alla teoria dei sistemi, oltre che evidenze derivanti dal dominio psicologico, neurobiologico, evoluzionistico e socio-ambientale. In particolare, la CB5T si prefigge l'obiettivo epistemico di fornire il *perché* biologico e funzionale retrostante alla descrizione tassonomica della personalità delineata dal modello del Big Five, ciò significa rendere conto dell'insieme dei processi attraverso cui i cinque fattori trovano espressione.

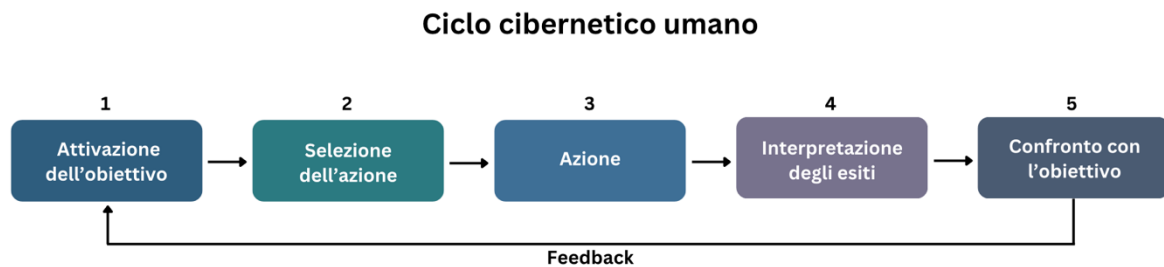
### 3.2 Meccanismi e sistemi cibernetici

In questa prospettiva, i tratti non sono più interpretati in quanto meri costrutti statistici, bensì come manifestazioni di meccanismi cibernetici, filogeneticamente evolutisi per una regolazione comportamentale adattiva. Per “meccanismi cibernetici” ci si riferisce, dunque, ai processi psicobiologici deputati alla funzione autoregolativa del comportamento, facenti parte di un sistema cibernetico. Viene definito “sistema cibernetico” un qualsiasi sistema dinamico autoregolativo orientato a uno o più obiettivi, capace di monitorare il proprio stato in funzione di cicli di *feedback* e di confronto,



attraverso i quali il sistema valuta il grado di corrispondenza tra lo stato attuale e lo stato desiderato, modulando il proprio andamento funzionale per minimizzare la probabilità di errore. Nella Cybernetic Big Five Theory, l'intero funzionamento psicologico umano viene ricondotto a processualità di tipo cibernetico e ogni dominio del Big Five (Nevroticismo, Estroversione, Apertura, Amicalità, Coscienziosità) corrisponde alla taratura di specifici parametri all'interno di un ciclo di feedback finalizzato ad uno scopo.

Il funzionamento di un sistema cibernetico viene tipicamente sintetizzato attraverso un ciclo di controllo pentafasico, costituito dai processi di attivazione dell'obiettivo (1), selezione dell'azione (2), azione (3), interpretazione degli esiti (4) e confronto con l'obiettivo (5) (fig.8).



**Figura 8.** Rappresentazione schematica del ciclo di controllo del sistema cibernetico umano nella Cybernetic Big Five Theory. Il funzionamento del sistema viene descritto come una sequenza dinamica e autoregolativa comprendente cinque fasi: l'attivazione dell'obiettivo, la selezione dell'azione, l'azione, l'interpretazione degli esiti e il confronto con l'obiettivo prefissato. Attraverso continui processi di feedback, il sistema monitora le discrepanze tra stato attuale e stato desiderato, modulando il comportamento in funzione della riduzione dell'errore.

Sebbene tale ciclo venga generalmente descritto assumere dinamiche seriali, è da intendersi applicato all'uomo come un insieme di funzioni a esecuzione parallela, nella comparazione costante tra ciò che è percepito e ciò che viene previsto (DeYoung, 2015). Qualora lo stato corrente del sistema e l'obiettivo predeterminato corrispondano, tale obiettivo è stato raggiunto e il sistema passerà al successivo; diversamente, al pervenire di una discrepanza tra lo stato attuale e lo scopo previsto, un certo ammontare di errore è incluso nell'esecuzione, che necessiterà delle dovute correzioni. In questi termini, secondo DeYoung, «ogni esperienza può essere classificata in base al fatto che comporti una corrispondenza con la previsione o una mancata corrispondenza» (DeYoung, 2015) e ogni errore costituisce un fallimento locale della previsione operata dal sistema, determinando un incremento della quota di incertezza associata agli esiti del funzionamento del sistema stesso, tale che «qualsiasi mancata corrispondenza comporta almeno un piccolo incontro con l'ignoto».

### 3.3 Incertezza e disordine: l'entropia psicologica

A tal proposito viene dalla teoria formalizzato il concetto di entropia psicologica, centrale e indispensabile al fine di illustrare la CB5T. L'entropia è una misura del disordine che descrive la quantità di incertezza o imprevedibilità in qualsiasi sistema informativo (Shannon, 1948). In un sistema cibernetico, l'entropia riflette l'incertezza riguardo alla capacità del sistema di orientarsi verso i suoi obiettivi (Wiener, 1961; DeYoung, 2015) e costituisce un parametro critico che il sistema deve saper gestire. In linea con l'analogia precedentemente illustrata, tra il funzionamento psichico umano e quello cibernetico, ogni errore dell'individuo lungo un dato piano d'azione volto ad un obiettivo, produce un incremento entropico e il corrispondente aumento dell'incertezza relativa agli esiti di quanto agito o predisposto ad agire. Così come un sistema cibernetico si confronta in modo sistematico con le variazioni parametriche di entropia, così fa l'uomo. In quest'ottica, l'entropia psicologica riflette lo sforzo cognitivo che l'organismo deve sostenere per fare fronte a ciò che non è stato previsto. Ne consegue che, minore è l'entropia, maggiore è la capacità predittiva dell'individuo riguardo al suo operato. In tal senso, i cinque domini di personalità vengono considerati dalla CB5T come *cluster* condivisi di strategie adattive selezionate nel corso dell'evoluzione per la gestione di tale entropia.

Tuttavia, è opportuno osservare che l'impiego del concetto di entropia psicologica da parte della CB5T non sembrerebbe collimare pienamente con la nozione classica e formale di entropia informazionale proposta da Shannon (1948). Se, formalmente, l'entropia indica il grado di incertezza associato a una distribuzione di stati possibili (Shannon, 1948), nella teorizzazione di DeYoung il termine sembra assumere un significato più ampio e meno rigoroso, designando una condizione di imprevedibilità e disorganizzazione del sistema autoregolativo. Va segnalato che, nel contesto shannoniano, l'osservazione di un evento inatteso non implica necessariamente l'incremento dell'incertezza relativa alla distribuzione probabilistica entro cui l'evento è definito. Al contrario, l'osservazione dell'evento può fornire informazione utile all'aggiornamento delle aspettative e alla conseguente riduzione dell'incertezza associata agli stati assumibili dal sistema. In questi termini il riferimento esplicito a Shannon eseguito da DeYoung nel "Cybernetic Big Five Theory" (2015) potrebbe risultare parzialmente fuorviante, poiché egli sembrerebbe associare l'errore predittivo a un

incremento di entropia psicologica secondo un'accezione più ampia rispetto a quella formalmente definita dalla teoria dell'informazione.

In aggiunta, al di fuori della visione di Shannon, non appare necessario né immediato che ogni errore predittivo implichi un incremento entropico, poiché l'errore stesso può veicolare informazione utile alla riduzione dell'incertezza. Parimenti, la quantità di informazione trasmessa da un evento non coincide necessariamente con il suo valore esplicativo o adattivo per il sistema ricevente. Per tali motivi, l'affermazione «qualsiasi mancata corrispondenza (NdR. tra predizione ed effetto) comporta almeno un piccolo incontro con l'ignoto, un aumento dell'entropia psicologica» (DeYoung, 2015) sembra risultare sostanzialmente imprecisa.

In sintesi, l'entropia psicologica dovrebbe essere intesa come un'applicazione concettuale, piuttosto che come realizzazione rigorosa della teoria dell'informazione. Esso sembrerebbe riferirsi alla misura in cui un risultato disatteso, o errore, destabilizza il sistema autoregolativo determinando la proliferazione del numero di ipotesi, strategie e interpretazioni che caratterizzano lo spazio degli stati cognitivi, aumentando l'entropia psicologica. Tuttavia, allo stesso modo, sarebbero da considerarsi anche le casistiche entro cui l'errore implica una riduzione entropica, ovverosia l'insieme delle condizioni di errore determinanti il restringimento dello spazio degli stati cognitivi. In definitiva, resterebbe da discutere riguardo la nozione stessa di errore predittivo e sulla distinzione tra possibili variazioni entropiche soggettivamente percepite e variazioni entropiche sistemiche, sia a livello individuale che a livello collettivo. Tuttavia, la trattazione approfondita di tali questioni eccede gli scopi del presente capitolo.

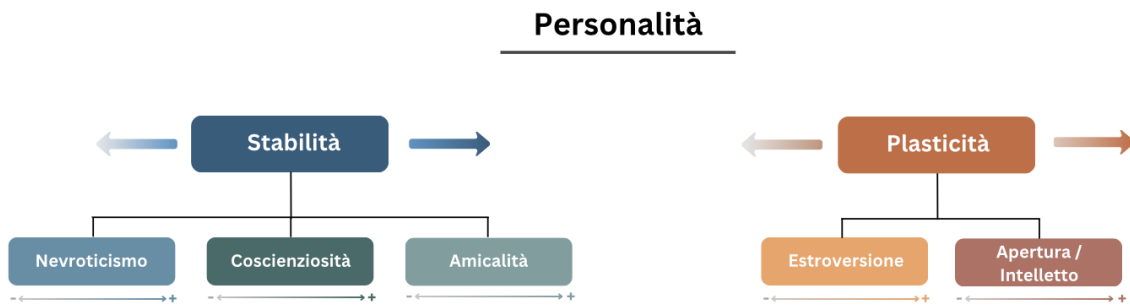
L'entropia psicologica viene quindi definita, dalla Cybernetic Big Five Theory, come una proprietà formale del sistema cognitivo che riflette la tensione perpetua degli individui nel sopperire all'incertezza e i suoi movimenti. Secondo la prospettiva di DeYoung, l'incertezza si caratterizzerebbe per una duplice valenza: se da un lato essa costituisce una minaccia alla stabilità del funzionamento individuale orientato agli obiettivi, dall'altro funge da incentivo, segnalando la presenza inattesa di nuove informazioni potenzialmente acquisibili e di ricompense non ancora integrate dal sistema. In altri termini, ad ogni incremento entropico soggiace una dissonanza che apre all'ignoto e con esso a nuovi pericoli, ma anche a nuove sorgenti informative e opportunità di adattamento. È la natura ambigua dell'entropia psicologica a determinare come, secondo

la CB5T, l'individuo non possa limitarsi a evitare ciò che non conosce, ma necessiti di sondarlo. In questa accezione, il modello attribuisce un significato motivazionale alle variazioni di entropia, non in quanto stati desiderabili in sé, bensì come segnale della possibilità di conseguire ricompense future attraverso l'emissione di comportamenti esplorativi, vale a dire di realizzare una potenziale ristrutturazione adattiva.

### **3.4 Dai meccanismi regolativi ai metatratti: Stabilità e Plasticità**

Sulla base di tali considerazioni, DeYoung definisce due classi fondamentali di meccanismi regolativi, collocati all'apice della gerarchia dei tratti e selezionatisi filogeneticamente al fine di adempiere, rispettivamente, a due bisogni umani essenziali in risposta all'ignoto. La prima esigenza risiede nel mantenere la **Stabilità** del funzionamento orientato agli obiettivi in modo continuativo e consiste nell'interpretare l'incremento entropico come una minaccia alla coerenza interna del sistema e nel conseguente tentativo di ridimensionamento della perturbazione causata dall'incertezza. La seconda esigenza corrisponde, invece, alla necessità di **Plasticità**, cioè impegnarsi nell'esplorazione dell'ignoto al fine di integrare informazioni inedite e concerne la codifica dell'incremento entropico come segnale incentivante, affrontando transitoriamente maggiore incertezza al fine di ridurre l'entropia futura. In sostanza, tali due insiemi di processi costituiscono entrambi meccanismi regolativi adattivi deputati alla riduzione dell'entropia, secondo modalità distinte ma complementari.

Dalla variabilità interindividuale nell'efficienza di tali ampie classi di meccanismi regolativi derivano i due metatratti della CB5T: **Stability** (Stabilità) e **Plasticity** (Plasticità), descrivibili in quanto dimensioni latenti e sovraordinate della gerarchia della personalità, emergenti dalla covariazione sistematica tra i tratti del Big Five e interpretate come parametri globali del funzionamento cibernetico umano (DeYoung, 2015). Sul piano psicometrico, l'esistenza dei due metatratti trova infatti riscontro empirico nelle analisi fattoriali condotte sui domini del Big Five (DeYoung, 2006). Tale struttura riflette il principio gerarchico secondo cui tratti di personalità progressivamente più ampi emergerebbero dalla variazione congiunta di disposizioni più specifiche. Sulla base di tale impostazione, e considerata la mancata individuazione di una covariazione tra i due metatratti, DeYoung afferma inoltre come essi costituiscano il livello più apicale della gerarchia della personalità, escludendo l'esistenza di un "fattore generale di personalità" unitario e sovraordinato, come illustrato nella figura 9.



**Figura 9.** Rappresentazione gerarchica semplificata della personalità secondo la Cybernetic Big Five Theory. Il modello organizza i tratti di personalità entro due metatratti sovraordinati relativamente indipendenti: Stabilità e Plasticità. Stabilità comprende nevroticismo, coscienziosità e piacevolezza ed è associata ai processi di mantenimento della stabilità regolativa del sistema cibernetico e della riduzione dell'entropia psicologica. Plasticità comprende estroversione e apertura/intelletto ed è associata ai processi di esplorazione incentivata e ricerca di nuove opportunità ambientali. Le frecce bidirezionali indicano la natura dimensionale e continua dei tratti e dei metatratti, interpretabili come parametri regolativi suscettibili di variazione interindividuale lungo specifici continuum psicologici.

**Stability.** Il metatratto Stability rappresenta la varianza condivisa dei tratti di Nevroticismo, Amicalità e Coscienziosità, e opera al fine di minimizzare l'entropia psicologica mediante la protezione e il mantenimento dell'ordine interno del sistema e dei suoi apparati predittivi. Su questo piano, la Stabilità viene dalla CB5T descritta dipendere da un registro di funzionamento improntato all'inibizione. È fondamentale precisare come tale funzione inibitoria non vada intesa né come una mera inibizione difensiva legata alla sensibilità alla minaccia, né come un semplice evitamento passivo dell'incertezza, bensì come la capacità generale del sistema cibernetico di sopprimere le perturbazioni derivanti dalle variazioni entropiche.

Ne deriva che «dopo l'incontro con l'anomalia, le persone ad alta Stabilità resisteranno a sostituire il loro obiettivo operativo con obiettivi immediati. Al contrario, gli adattamenti caratteristici delle persone a bassa Stabilità sono spesso interrotti da emozioni, impulsi e dubbi» (DeYoung, 2015). Con il termine anomalia si intende, in cibernetica, un qualsiasi dato, evento o comportamento che devia in modo significativo dal comportamento atteso.

La Stabilità sottende, dunque, la capacità autoregolativa del sistema di preservare la continuità del proprio funzionamento orientato agli obiettivi anche all'emergere di distrazioni motivazionali potenzialmente destabilizzanti, indipendentemente dalla loro valenza appetitiva o avversiva (DeYoung, 2015). In questi termini, il modello sembra assumere implicitamente che qualsiasi perturbazione motivazionale significativa tenda a

configurarsi come una forma di incremento entropico su cui il sistema è chiamato ad agire. Tuttavia, tale aspetto merita un'analisi approfondita.

L'impostazione di DeYoung appare vincolata al presupposto che un dato sistema cibernetico operi preliminarmente sulla base di una configurazione relativamente ordinata, tale per cui una qualsiasi deviazione significativa nel suo funzionamento implicherebbe una fase di disorganizzazione. Ne deriva che l'insorgenza di nuovi stimoli, obiettivi o fonti di motivazione viene dall'autore interpretata prevalentemente come una perturbazione dell'assetto regolativo esistente del sistema, piuttosto che come una potenziale sorgente immediata di ordine. Contrariamente, sembra teoricamente plausibile ipotizzare l'esistenza di condizioni entro cui un sistema viga in uno stato prioritario ad alta entropia e che l'insorgenza di un impulso motivazionale inedito possa ricondurlo all'ordine, senza agire primariamente da fattore di perturbazione. In questo senso, un elemento motivazionale inatteso, sia esso a valenza positiva o negativa, potrebbe determinare una riduzione diretta dell'entropia del sistema, senza dover necessariamente transitare per una fase di instabilità. La CB5T sembra quindi considerare solo marginalmente la possibilità che una distrazione motivazionale possa costituire l'informazione necessaria affinché l'incertezza intrinseca del sistema venga ridotta. In tal senso, il modello di DeYoung tende a concepire ogni cambiamento come il tentativo di ripristinare una coerenza interna già stabilita, in modo compatibile con la traiettoria regolativa generale del sistema. La teoria sembra quindi mancare parzialmente di una definizione esplicita della perturbazione come evento direttamente ordinativo. Questo aspetto sarà ripreso nella successiva trattazione della Plasticity, entro cui la CB5T formalizza più esplicitamente i processi di esplorazione, riconfigurazione e aggiornamento adattivo del sistema.

**Plasticity.** Il metatratto della Plasticità rappresenta la covarianza dei domini di estroversione e apertura/intelletto (Apertura/Intelletto corrisponde, nella CB5T, al costrutto dell'Apertura all'esperienza concepita in chiave bifattoriale). Esso si configura come l'istanza deputata alla regolazione dell'esplorazione e dell'integrazione di nuove informazioni, consentendo al sistema di aggiornare i propri obiettivi in relazione a quote sostenibili di entropia. In quest'ottica, il costrutto dell'esplorazione non si riferisce esclusivamente alla sua dimensione motoria e comportamentale, legata all'ambiente fisico, ma comprende anche processi di esplorazione cognitiva. Il concetto di

esplorazione cognitiva include, a sua volta, l'insieme dei processi di elaborazione astratta dell'informazione, della produzione di nuove interpretazioni e della manipolazione di modelli rappresentazionali dell'ambiente.

La Plasticity riflette dunque il grado in cui il sistema cibernetico è orientato all'esplorazione dell'ignoto e alla generazione di nuovi obiettivi, interpretazioni e strategie in risposta all'incertezza. Tale propensione generativa non si configura soltanto come una strategia adattiva subordinata a condizioni di stress e instabilità, ma implica inoltre una ricerca proattiva e deliberata dell'ignoto. Nella prospettiva della CB5T, questa tendenza risulterebbe associata all'attività generale dei sistemi dopaminergici implicati nell'esplorazione cognitiva e comportamentale, la cui trattazione verrà approfondita nel paragrafo successivo (3.6).

Sul piano fenotipico, nei soggetti caratterizzati da alti livelli di Plasticity, anche anomalie apparentemente minori possono fornire motivazione sufficiente per l'esplorazione e la riconfigurazione degli obiettivi. Tali individui tendono a ricercare l'ignoto in modo volontario al fine di porsi in condizioni che causeranno un aumento dell'entropia psicologica e risultano inclini a impegnarsi in comportamenti di esplorazione, anche quando lo stato corrente del sistema suggerisce che l'esplorazione non sia necessaria. Contrariamente, soggetti contraddistinti da bassi livelli di Plasticità privilegiano configurazioni prevedibili, mostrando una ridotta inclinazione all'esplorazione e alla generazione di nuove interpretazioni, strategie o obiettivi, in risposta all'incertezza. Ne risulta che, sebbene la Cybernetic Big Five Theory contempli esplicitamente la funzione adattiva dell'esplorazione e della generazione di nuovi obiettivi e strategie, il modello sembra continuare a concettualizzare tali processi prevalentemente come risposta regolativa a condizioni di incremento entropico preliminari, o come una ricerca intenzionale dell'ignoto e dell'entropia ad esso associata, senza concepirli come potenziali sorgenti immediate di riorganizzazione del sistema. In sintesi, mentre la CB5T interpreta i metatratti di Plasticità e Stabilità come strumenti adibiti alla gestione dell'entropia psicologica, essa sembra tralasciare la possibilità che l'informazione ricavabile dall'ignoto possa agire, in modo diretto, come il fattore d'ordine capace di risolvere l'entropia del sistema stesso.

### 3.5 Dopamina come modulatore dell'esplorazione

Nella Cybernetic Big Five Theory, la dopamina è identificata come il principale neuromodulatore dei processi di esplorazione comportamentale e cognitiva, sulla base della distinzione funzionale proposta da Bromberg-Martin e colleghi (2010) tra neuroni dopaminergici codificanti il valore e neuroni dopaminergici codificanti la salienza (DeYoung, 2013). A partire da tale distinzione, la CB5T postula la coesistenza di due distinti sotto-sistemi funzionali del network dopaminergico: il Sistema codificante il valore (Value coding system) e il Sistema codificante la salienza (Salience coding system) (DeYoung, 2013). Secondo l'ipotesi di DeYoung, il sistema codificante il valore risulta prevalentemente implicato nei processi di esplorazione comportamentale guidata dagli incentivi; di contro, il sistema codificante la salienza si associa alla rilevazione del valore informativo degli stimoli e, conseguentemente, ai processi di esplorazione cognitiva.

Ne deriva che il livello di attività dopaminergica del sistema codificante il valore troverebbe espressione primaria nel tratto dell'estroversione, mentre l'attività del sistema codificante la salienza si rifletterebbe principalmente nel tratto dell'apertura/intelletto. Al contempo, i livelli globali di attività del network dopaminergico risulterebbero esprimersi nel metatratto della Plasticity, interpretato come espressione della varianza condivisa tra i due domini.

Su questa base, la covariazione tra Estroversione e Apertura/Intelletto dipenderebbe quindi dal coinvolgimento dei sistemi dopaminergici nelle tendenze esplorative. Tuttavia, mentre l'estroversione riflette principalmente forme di esplorazione comportamentale orientate alla ricompensa, l'Apertura/Intelletto risulta primariamente associata all'esplorazione cognitiva (DeYoung, 2013).

La Plasticity rappresenterebbe così la tendenza generale del sistema cibernetico all'esplorazione, risultando ipoteticamente sostenuta dalla modulazione dopaminergica. Tuttavia, il ruolo attribuito al funzionamento dopaminergico va distinto da una semplice categorizzazione monoaminergica, analoga al sistema proposto, in forme differenti, da Cloninger. A riprova di ciò, nonostante il tratto del nevroticismo mostri un'associazione con i sistemi dopaminergici, esso non è incluso nel metatratto della Plasticity poiché non riflette processi esplorativi, ma variazioni di sensibilità alla minaccia e all'incertezza. La distinzione tra Plasticity e Stability non è dunque definita lungo criteri rigidamente



neurochimici, bensì sulla base della funzione regolativa globale dei processi che coinvolgono, ovverosia su principi organizzativi funzionali-cibernetici.

Tale impostazione risulta emblematica della transizione teorica dal riduzionismo neurochimico del modello biosociale di Cloninger, fondato su associazioni relativamente dirette tra singolo tratto e sistema neurotrasmettitoriale (cap. 1), alla Cybernetic Big Five Theory di DeYoung, che riconduce la personalità a configurazioni regolative funzionalmente organizzate. Più in generale, tale passaggio riflette il riorientamento teorico dell'intero campo delle neuroscienze della personalità da modelli neurobiologici localizzazionisti e monoaminergici verso concezioni distribuite e dinamiche del rapporto tra la struttura di personalità e i substrati cerebrali.

### **3.6 Adattamenti caratteristici: obiettivi, interpretazioni, strategie**

Procedendo con l'analisi, la regolazione cibernetica proposta dal modello non si esaurisce soltanto a livello dei metatratti, estendendosi alla formalizzazione dei cosiddetti Characteristic adaptations (Adattamenti caratteristici) e alla descrizione delle modalità attraverso cui i domini del Big Five trovano espressione concreta nel comportamento individuale.

Nel quadro della Cybernetic Big Five Theory, vengono definiti adattamenti caratteristici le configurazioni relativamente stabili, ma contestualmente modulabili, del funzionamento individuale, risultanti dall'interazione tra tratti disposizionali, esperienza ambientale e apprendimento (DeYoung, 2015; DeYoung & Weisberg, 2018). Mentre i tratti rappresentano modalità universalmente condivise di risposta a classi di stimoli transculturali, gli adattamenti caratteristici vengono interpretati come concretizzazioni soggettive dei tratti nelle specifiche condizioni di vita dell'individuo. In termini cibernetici, considerati i tratti come parametri definenti la tendenza regolativa generale del sistema, gli adattamenti caratteristici ne costituiscono le implementazioni locali, rappresentando modalità specifiche attraverso cui il sistema traduce tali parametri in comportamenti contestualmente orientati agli obiettivi. Per esempio, un individuo con elevata estroversione può sviluppare adattamenti caratteristici differenti in funzione del contesto, declinando la propria disposizione tramite condotte socialmente partecipative e assertive nelle relazioni quotidiane, oppure orientandola primariamente alla *leadership* in ambito professionale.

Nello specifico, il modello di DeYoung delinea tre principali componenti dell'adattamento: gli Obiettivi (Goals), le Interpretazioni (Interpretations) e le Strategie (Strategies). Gli Obiettivi corrispondono a stati desiderati, acquisiti attraverso l'esperienza, verso i quali il sistema orienta il proprio assetto funzionale. Affinché un obiettivo possa essere considerato un adattamento caratteristico esso deve necessariamente derivare da un apprendimento, riferirsi alle circostanze contestuali della vita dell'individuo e mostrare relativa stabilità. Gli Obiettivi costituenti un adattamento caratteristico si distinguono, dunque, dagli scopi più ampi e universalmente condivisi del genere umano, aventi origine evolutiva. Le Interpretazioni vengono invece descritte dalla CB5T come l'insieme dei processi di attribuzione di significato e costituiscono rappresentazioni interne al sistema sullo stato attuale dell'ambiente. Fanno parte delle interpretazioni sia l'insieme delle conoscenze fattuali sul mondo, sia le informazioni sul significato motivazionale degli stimoli. Infine, le Strategie consistono nelle modalità di regolazione cognitiva e comportamentale di cui l'individuo si avvale per il perseguimento di un fine e si configurano come sequenze annidate di sotto-obiettivi, mediante cui il sistema cibernetico modula dinamicamente il proprio funzionamento orientato agli obiettivi.

Nel loro insieme, tali componenti costituiscono le configurazioni funzionali attraverso cui il sistema cibernetico organizza il comportamento volto agli obiettivi sulla base dell'interazione tra le disposizioni di personalità e i fattori ambientali. In tal senso, tratti e *characteristic adaptations*, apparterrebbero a livelli distinti dell'organizzazione della personalità. È fondamentale precisare che dal punto di vista della CB5T, gli adattamenti caratteristici non si configurano come semplici manifestazioni fenomeniche dei tratti, ma come entità distinte con proprietà e dinamiche relativamente indipendenti (DeYoung & Weisberg, 2018). Ne consegue che, sebbene molti adattamenti caratteristici dell'individuo risultino coerenti con i suoi aspetti disposizionali, è ad ogni modo possibile osservare un certo grado di incongruenza tra adattamenti e tratti. Ad esempio, un individuo con bassi livelli disposizionali di estroversione, può mostrare stabilmente adattamenti altamente sociali e assertivi in risposta alle richieste del proprio ruolo professionale (Little, 2008).

In conclusione, la discriminante tra la natura relativamente persistente dei tratti e quella modulabile degli adattamenti caratteristici (Goal, Interpretations, Strategies) è ciò

che consente alla Cybernetic Big Five Theory di rendere conto della variabilità e flessibilità del comportamento umano, pur non rinunciando ad una concezione stabile della personalità. Rimane da chiarire, tuttavia, se tale impostazione teorica sia sufficiente al fine di poter concepire il cambiamento anche come risultato di una riorganizzazione diretta del sistema, piuttosto che esclusivamente come risposta regolativa a un incremento entropico.

### **3.7 La reinterpretazione funzionale dei Big Five nella CB5T**

Chiarita la struttura gerarchica della personalità delineata dalla CB5T, risulta ora possibile esaminare le modalità con cui la teoria rielabora i cinque domini del Big five, riconducendoli a diversi stati configurazionali del sistema cibernetico umano. Ognuno dei cinque tratti viene definito assortire specifici effetti sul ciclo cibernetico. In questi termini, i tratti di personalità nella Cybernetic Big Five Theory non sono considerati semplici categorie descrittive, bensì veri e propri parametri funzionali del sistema cibernetico umano.

#### **3.7.1 Nevroticismo**

Nella Cybernetic Big Five Theory il Nevroticismo viene reinterpretato come parametro regolativo del sistema cibernetico umano deputato alla sensibilità verso l'errore predittivo, la minaccia e l'incremento di entropia psicologica. Tale affermazione riflette il principio secondo cui ogni violazione significativa delle aspettative individuali nei confronti di un dato fenomeno conduca ad una condizione di incertezza potenzialmente minacciosa per l'individuo. In tal senso, il Nevroticismo viene prevalentemente associato alla fase del ciclo cibernetico concernente il confronto tra lo stato attuale e lo stato desiderato o atteso. Persone con un alto Nevroticismo tendono quindi a provare maggiori emozioni negative in risposta a frequenti percezioni di divergenza tra il proprio stato attuale e quello desiderato. Parallelamente, livelli elevati del tratto risultano così associati ad un'ampia reattività alla minaccia e ad una superiore vulnerabilità allo stress, oltre che a una maggiore instabilità emotiva e difficoltà nella regolazione affettiva. Tale formulazione appare coerente con le principali evidenze neuroscientifiche, discusse nel secondo capitolo, inerenti alla relazione tra il Nevroticismo e i circuiti neurofunzionali associati all'elaborazione della minaccia, della salienza avversiva e dell'incertezza, comprese le variazioni dei pattern di connettività che

coinvolgono amigdala, corteccia cingolata anteriore e insula. Su questo piano, la CB5T non interpreta il Nevroticismo come semplice predisposizione all'emotività negativa, bensì come manifestazione di un sistema regolativo maggiormente sensibile alla rilevazione di segnali di minaccia, discrepanze e incrementi entropici. Di conseguenza, il Nevroticismo contribuisce negativamente alla definizione del metatratto della Stability, nella misura in cui un'elevata sensibilità alla minaccia e all'incremento entropico tende a compromettere la stabilità regolativa del sistema cibernetico.

In aggiunta, la CB5T identifica due principali modalità di risposta difensiva alla percezione di un incremento entropico costituente un potenziale pericolo: la Volatilità (Volatility) e il Ritiro (Withdrawal) (DeYoung, 2015). La volatilità riflette le differenze interindividuali nella tendenza all'emissione di risposte di difesa attive, vale a dire nella propensione a reagire impulsivamente attraverso manifestazioni di rabbia e irritabilità in risposta all'incertezza. Al contrario, il ritiro descrive la tendenza individuale all'inibizione involontaria dell'approccio verso un obiettivo in risposta ad un incremento dell'entropia psicologica, articolandosi come una modalità di difesa passiva (DeYoung & Weisberg, 2018).

### **3.7.2 Estroversione**

Nella teoria di DeYoung, il tratto dell'Estroversione viene definito, in chiave cibernetica, come il parametro regolativo del sistema umano che determina la sensibilità verso la ricompensa, gli incentivi e l'esplorazione comportamentale. Differentemente dal nevroticismo, associato ai processi difensivi elicitati dalla rilevazione di discrepanze e dagli incrementi entropici costituenti minacce, l'Estroversione riflette il funzionamento di sistemi di approccio e motivazione appetitiva.

Coerentemente con tale prospettiva l'Estroversione riguarda, primariamente, la fase del ciclo cibernetico relativa all'attivazione dell'obiettivo, entro cui uno o più stimoli sono investiti di un valore motivazionale incentivante, atto al perseguimento del dato scopo. In questo modo, il sistema attribuirebbe un valore motivante a specifici stimoli alla luce della stima del loro grado di rilevanza per il conseguimento dell'obiettivo. Ciberneticamente una ricompensa viene descritta come uno stimolo indicante un progresso verso un obiettivo o il raggiungimento dell'obiettivo stesso. Su questa base, secondo la CB5T, l'Estroversione rifletterebbe la variabilità interindividuale dei processi implicati nella risposta agli incentivi e alla ricompensa, influenzando sia il grado di

motivazione della persona a conseguire un obiettivo, sia la quantità di appagamento derivabile dal suo raggiungimento (DeYoung, 2015). Tale formulazione appare coerente con le evidenze sperimentali contemporanee affrontate nel secondo capitolo, relative al coinvolgimento dei sistemi mesocorticolimbici dopaminergici nella sensibilità incentivante e nei processi di approccio alla base dell'Estroversione. In questa cornice, i fenotipi comportamentali primariamente associati all'Estroversione, quali il coinvolgimento attivo con l'ambiente, la maggiore propensione all'interazione sociale e l'assertività, vengono ricondotti ad una maggiore reattività del sistema agli incentivi ambientali.

Inoltre, la CB5T articola l'Estroversione in due componenti funzionali distinte: L'Assertività (Assertiveness) e l'Entusiasmo (Enthusiasm) (DeYoung, Quilty, Peterson, 2007). L'Assertività concerne la tendenza individuale a compiere iniziative orientate agli obiettivi e risulta associata ai processi motivazionali di esplorazione incentivante. L'Entusiasmo riguarda invece il grado di socievolezza affiliativa e di predisposizione ad esperire emozioni positive nel contesto sociale. Tale distinzione risulta congruente con la suddivisione dell'Estroversione in componenti agentiche e socio-emotive delineata nel secondo capitolo del presente elaborato.

Infine, nel quadro della CB5T, l'Estroversione contribuisce positivamente alla definizione del metatratto della Plasticity, poiché dirige il sistema verso l'esplorazione incentivata dell'ambiente, la definizione di nuovi obiettivi e l'ampliamento del repertorio comportamentale dell'individuo, coerentemente con la sua associazione al sistema dopaminergico.

### **3.7.3 Coscienziosità**

Il tratto Coscienziosità viene interpretato dalla CB5T come il parametro regolativo del sistema cibernetico umano destinato ad orientare il comportamento a medio e lungo termine. Mentre il tratto dell'estroversione si associa alla ricompensa e il nevroticismo dipende dalla sensibilità alla minaccia e all'errore, il tratto della Coscienziosità ha a che vedere con la programmazione, l'organizzazione e la pianificazione di comportamenti tesi ad un fine ultimo posposto nel tempo. La Coscienziosità, dunque, è prevalentemente connessa con le fasi iniziali e intermedie del ciclo cibernetico, poiché coinvolta nell'individuazione dell'obiettivo, nella scelta delle strategie adatte al raggiungimento dello stesso e, infine, nella modulazione dell'azione.

Per la CB5T alti livelli di Coscienziosità corrispondono ad una maggiore abilità del sistema nel controllare le distrazioni, reprimere gli impulsi interferenti e inibire comportamenti che ostacolano il raggiungimento di mete astratte o differite temporalmente. Un'elevata Coscienziosità si associa a determinazione, perseveranza, disciplina e rispetto delle norme che esplicitamente regolano i contesti. All'interno del tratto della Coscienziosità vengono inoltre distinte due sfumature: la Laboriosità (Industriousness) e l'Ordine (Orderliness). La prima corrisponde alla tendenza individuale a rispettare gli impegni con concentrazione, evitando distrazioni prima del raggiungimento dell'obiettivo. La seconda concerne, invece, la propensione individuale all'organizzazione e strutturazione di un piano comportamentale che tenga ordinatamente conto delle regole necessarie al perseguimento di un obiettivo, delineandosi come la capacità di ridurre l'incertezza attraverso l'adesione a principi organizzativi stabili. Lungo tale piano interpretativo, la Coscienziosità contribuisce positivamente alla Stability, favorendo il mantenimento dell'organizzazione comportamentale, della regolazione degli impulsi e della coerenza dell'azione orientata agli obiettivi.

La prospettiva avanzata da DeYoung riflette quindi l'ipotesi secondo cui la dimensione della Coscienziosità sia associata a sistemi neurofunzionali implicati nel controllo esecutivo, nella pianificazione, nell'inibizione comportamentale, nell'autoregolazione e nel monitoraggio dell'errore (DeYoung, 2010; DeYoung, 2015). Tuttavia, il corpo di indagini neuroscientifiche dedicate alla Coscienziosità risulta ad oggi grandemente esiguo, non consentendo di trarre particolari inferenze data l'assenza di evidenze empiriche convergenti (Chen & Canli, 2022). Inoltre, il quadro interpretativo è ulteriormente complicato dalla potenziale sovrapposizione concettuale e neurofunzionale tra i meccanismi regolativi tipici della Coscienziosità e i processi motivazionali o di risposta alla minaccia e alla ricompensa implicati in nevroticismo ed estroversione.

### **3.7.4 Amicalità**

Nella Cybernetic Big Five Theory, il dominio della Amicalità corrisponde al parametro regolativo preposto alla conduzione sociale del comportamento, connesso alla tendenza verso la cooperazione, l'altruismo e la collaborazione con l'alterità, contrapponendosi in qualche forma alle modalità relazionali maggiormente competitive, ostili o aggressive. Caratteristica distintiva del tratto della Amicalità è che esso, a differenza degli altri tratti del Big Five, non sottende meccanismi cibernetici coinvolti nel

perseguimento generale degli obiettivi, bensì riflette la variabilità di un insieme di processi selezionatisi evolutivamente in virtù della natura intrinsecamente sociale dell'essere umano. In questi termini, la Amicalità viene interpretata come espressione della variabilità interindividuale nella capacità di coordinare i propri scopi con quelli degli altri individui, modulando il comportamento in funzione di esigenze socio-relazionali.

Livelli elevati di Amicalità risultano dunque associarsi a maggiore empatia, altruismo, cooperazione e capacità di regolazione delle tendenze aggressive. Dal punto di vista cibernetico, la Amicalità interagisce con tutte le fasi del ciclo di regolazione comportamentale, influenzando gli obiettivi attivati, le strategie scelte e agendo sulla modalità con cui il sistema interpreta il mondo sociale. Conseguentemente, il sistema cibernetico umano risulta pervasivamente modulato dagli aspetti sociali e i meccanismi alla base della Amicalità sono indissolubilmente legati alla struttura della personalità individuale (DeYoung, 2015).

Infine, anche in questo frangente, all'interno del tratto vengono distinte due componenti fondamentali: la Compassione (Compassion) e la Gentilezza (Politeness). La compassione riflette processi affiliativi relativamente automatici, comprendenti empatia, cura e preoccupazione per il benessere degli altri; la gentilezza concerne invece la regolazione volontaria dell'aggressività e dei comportamenti socialmente inappropriati, rappresentando una condotta finalizzata al mantenimento della cooperatività sociale. Tale distinzione funzionale appare in linea con le principali ipotesi neuroscientifiche odierne, che associano la Amicalità a sistemi implicati nella cognizione sociale e nella regolazione delle condotte aggressive. Alcune indagini strutturali eseguite tramite risonanza magnetica nucleare hanno rilevato una correlazione tra la Amicalità e le variazioni volumetriche in regioni cerebrali adibite all'elaborazione di informazioni sociali, quali il solco temporale superiore (STS), la corteccia cingolata posteriore (PCC) e il giro fusiforme (FG) (DeYoung et al., 2010). Tuttavia, come per la Coscienziosità, il numero di evidenze empiriche espressamente dedicate alla dimensione della Amicalità è limitato e le analisi sistematiche suggeriscono l'assenza di associazioni significative (Chen & Canli, 2022).

Infine, in virtù della propria funzione regolativa delle condotte sociali e del mantenimento della cooperazione interpersonale, la Amicalità contribuisce positivamente

alla determinazione del metatratto Stability, sostenendo la coerenza e la continuità del comportamento sociale dell'individuo.

### **3.7.5 Apertura/Intelletto**

Nella CB5T viene denominato Apertura/Intelletto il dominio del Big Five comunemente noto come apertura all'esperienza. Tale formulazione composita riflette il riconoscimento della natura bifattoriale del tratto, differenziato in due sottofattori funzionalmente correlati e concettualmente distinti: l'Openness (Apertura) e l'Intellect (Intelletto) (DeYoung, Quilty, Peterson, 2007). Con il termine "Apertura/Intelletto" ci si riferirà dunque al tratto del Big Five nella sua interezza, mentre i termini "Apertura" e "Intelletto" designano gli specifici aspetti che lo compongono.

La dimensione dell'Apertura/Intelletto riflette le differenze interindividuali nella tendenza all'esplorazione cognitiva, all'immaginazione, alla curiosità epistemica e più in generale a ricercare, comprendere e utilizzare informazioni sensoriali e astratte. Nello specifico, l'Intelletto concerne il grado di coinvolgimento e impegno cognitivo dell'individuo nei riguardi di informazioni astratte e semantiche, dimostrandosi associato alla memoria di lavoro, ai processi di controllo esecutivo e al quoziente intellettivo (DeYoung et al., 2009; DeYoung, 2015); l'Apertura riguarda invece l'entità dell'impegno cognitivo nei confronti di informazioni a prevalenza sensoriale e percettiva, coinvolgendo interessi estetici e artistici, nonché la propensione individuale all'immaginazione (DeYoung, 2015).

Dal punto di vista cibernetico, la dimensione dell'Apertura/Intelletto descrive primariamente la variabilità interindividuale nei processi di interpretazione dei risultati ambientali, ovverosia delle modalità attraverso cui il sistema si avvale di *feedback* sensoriali e astratti per la generazione di modelli cognitivi dell'ambiente, consentendo la selezione di strategie consone al perseguimento dei propri obiettivi. In tal senso, l'Apertura/Intelletto rifletterebbe, secondo la CB5T, l'efficienza dell'individuo nei processi di esplorazione cognitiva e nell'attività di aggiornamento dei propri modelli rappresentazionali dell'ambiente.

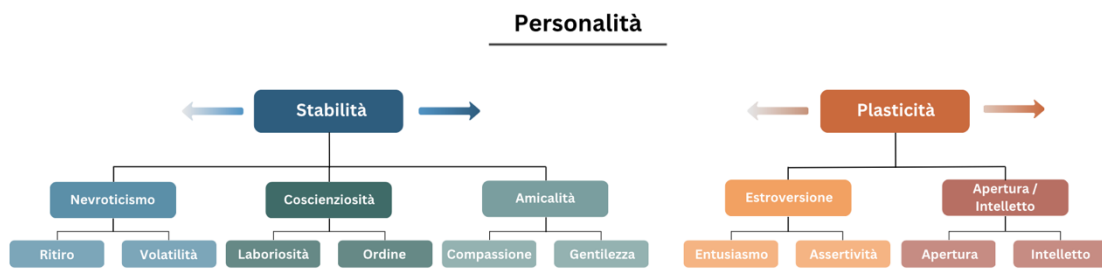
Ne consegue che, mentre l'estroversione è associata all'esplorazione comportamentale incentivata, la dimensione dell'Apertura/Intelletto sembra concernere primariamente l'esplorazione cognitiva dell'informazione. A tal proposito, secondo DeYoung, il tratto rifletterebbe la sensibilità del sistema dopaminergico alla salienza



dell'informazione stessa (DeYoung, 2013; DeYoung, 2015). Con il termine “salienza” ci si riferisce al grado di rilevanza cognitiva e potenziale valore informativo dello stimolo, vale a dire a quanto uno stimolo merita elaborazione e quanto tale elaborazione consenta di ridurre l'incertezza, attraverso l'aggiornamento dei modelli cognitivi. Secondo questa prospettiva, maggiore è la salienza di uno stimolo, superiore è il suo valore informativo e maggiore sarà la tendenza dell'individuo ad esplorarlo cognitivamente. Ne risulta che individui maggiormente sensibili alla salienza degli stimoli saranno più propensi all'esplorazione cognitiva, alla curiosità epistemica e all'impegno intellettuale. Secondo DeYoung tale tendenza sarebbe associabile, quindi, ad una disposizione del sistema dopaminergico ad attribuire agli stimoli un elevato valore informazionale, capace di costituire un incentivo cognitivo all'esplorazione.

Sebbene tale impostazione abbia natura prevalentemente teorica, alcune evidenze neuroscientifiche contemporanee sembrano risultare coerenti con l'ipotesi di un coinvolgimento dei circuiti dopaminergici mesocorticolimbici nella dimensione dell'Apertura/Intelletto, come discusso all'interno del secondo capitolo. Inoltre, la distinzione proposta dalla Cybernetic Big Five Theory tra Apertura e Intelletto sembra risultare compatibile, in chiave interpretativa, con le evidenze di una differenziazione funzionale tra processi immaginativo-simulativi, presieduti dal Default Mode Network (DMN) e processi di elaborazione cognitiva astratta, associati all'Executive Control Network (ECN). Infine, nel quadro della CB5T la dimensione dell'Apertura/Intelletto contribuisce positivamente alla determinazione del metatratto della plasticity favorendo l'esplorazione cognitiva dell'ambiente, l'aggiornamento dei modelli rappresentazionali e l'ampliamento del repertorio cognitivo-comportamentale dell'individuo. L'inclusione dell'Apertura/Intelletto nella plasticity risulta coerente con la sua associazione al sistema dopaminergico.

La strutturazione gerarchica della personalità proposta da DeYoung, comprensiva dei metatratti Stability e Plasticity, dei domini Big Five e delle relative sfaccettature, è sintetizzata nella figura 10a. Le principali differenze tra la descrizione classica dei tratti fornita dal modello dei Big Five e la loro reinterpretazione funzionale proposta dalla Cybernetic Big Five Theory sono invece illustrate nella figura 10b.



**Figura 10a.** Struttura gerarchica della personalità nella Cybernetic Big Five Theory, comprensiva dei due metatratti sovraordinati (Stabilità e Plasticità), dei domini del Big Five ad essi associati e dei rispettivi sottofattori funzionali (DeYoung, Quilty & Peterson, 2007).

| Tratto                     | Definizione classica (Big Five)                  | Interpretazione CB5T                                   | Metatratto        |
|----------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Nevroticismo</b>        | Instabilità emotiva e affettività negativa       | Sensibilità alla minaccia, all'errore e all'incertezza | <b>Stabilità</b>  |
| <b>Coscienziosità</b>      | Organizzazione e autodisciplina                  | Regolazione degli obiettivi personali                  |                   |
| <b>Amicalità</b>           | Cooperazione, empatia e altruismo                | Coordinamento degli obiettivi sociali                  |                   |
| <b>Estroversione</b>       | Socievolezza, energia e assertività              | Esplorazione comportamentale orientata alla ricompensa | <b>Plasticità</b> |
| <b>Apertura/Intelletto</b> | Curiosità epistemica, creatività e immaginazione | Esplorazione cognitiva e ricerca di nuova informazione |                   |

**Figura 10b.** Confronto tra la definizione descrittiva classica dei Big Five e la reinterpretazione funzionale proposta dalla Cybernetic Big Five Theory (CB5T). Nella prospettiva di De Young, i tratti vengono concepiti come componenti di un sistema cibernetico autoregolativo e sono organizzati gerarchicamente entro i metatratti Stabilità e Plasticità.

### 3.8 Rilevanza teorica e valutazioni della CB5T

In conclusione, la Cybernetic Big Five Theory si configura come uno dei più articolati tentativi di fornire un modello esplicativo integrato, esaustivo e multilivello della personalità. Nella CB5T, la personalità viene descritta come un sistema dinamico autoregolativo, emergente dall'integrazione di molteplici livelli determinativi. Tra i principali elementi di valore della teoria si annoverano: il primato di una concezione funzionalista e distribuita del tratto, a discapito di una prospettiva strutturalista e localizzazionista; la concezione probabilistica e non deterministica del comportamento; e l'intento di integrare la struttura gerarchica dei Big Five con i processi cibernetici e le ipotesi neurobiologiche contemporanee entro una cornice teorica unitaria.

Tuttavia, il modello non è esente da criticità. Alcune nozioni centrali, come quelle di entropia psicologica e adattamento caratteristico, presentano uno statuto parzialmente ambiguo. Al contempo, diverse delle associazioni neurofunzionali proposte permangono ancora ipotetiche o non pienamente consolidate sul piano empirico, risentendo inevitabilmente delle complessità epistemologiche che contraddistinguono la ricerca nelle neuroscienze della personalità.

In termini più generali, la Cybernetic Big Five Theory assume un ruolo centrale nella traiettoria evolutiva della disciplina delle neuroscienze della personalità, delineandosi come uno dei principali modelli costituenti la transizione dalle prime sistematizzazioni psicobiologiche della personalità, quali il modello tridimensionale e la teoria biosociale di Cloninger, verso nuove prospettive sistemiche e *network-based*. Differentemente dall'apparato teorico di Cloninger, sviluppatosi in una fase relativamente precoce della ricerca neuroscientifica sulla personalità e fondato sulla corrispondenza diretta tra temperamento e sistemi neurotrasmettitoriali, la CB5T emerge nello scenario teorico post-2010, incorporando le evidenze neuroscientifiche recenti, il consolidamento delle moderne tecniche di *neuroimaging* e gli approcci contemporanei alla teoria neurocognitiva, inclusa l'attuale enfasi sui network funzionali distribuiti.

Mentre il modello biosociale si propone di spiegare la personalità attraverso l'associazione lineare tra dimensioni temperamentali e specifici sistemi neurotrasmettitoriali, la teoria di DeYoung si impegna in una formalizzazione meccanicistica multilivello e integrata della personalità, indirizzata a definire il significato biologico e funzionale dei tratti, nonché i processi regolativi che governano il comportamento. Parimenti, se il modello biosociale conserva principalmente un'impostazione a matrice riduzionistica, la CB5T ha il proposito di ricondurre i meccanismi biologici esplicativi della personalità entro un'architettura teorica sistemica e coesa.

Sotto questo profilo, indipendentemente dalla futura conferma o disconferma empirica delle singole ipotesi avanzate da DeYoung e colleghi, la Cybernetic Big Five Theory rappresenta uno dei riferimenti teorici centrali delle neuroscienze della personalità contemporanee. Appare plausibile che i futuri risvolti della disciplina si articoleranno anche in funzione della validazione, disconferma o riformulazione degli assunti tassonomici, cibernetici e neurobiologici introdotti dalla CB5T, nella prospettiva di

modelli sempre più orientati a integrare neuroscienze cognitive, teoria dei sistemi e studio della personalità.

## **Capitolo 4**

# **Limiti epistemologici e criticità metodologiche nelle neuroscienze della personalità**

### **4.1 Introduzione**

A partire dal 2000, il rapido sviluppo delle neuroscienze della personalità ha favorito la proliferazione di indagini dai risultati apparentemente promettenti. Come delineato nei precedenti capitoli, tale fase di espansione empirica ha alimentato la percezione di poter ricondurre differenze individuali nella personalità a specifiche configurazioni prima neuroanatomiche e, successivamente, neurofunzionali del cervello. Tuttavia, il progressivo assestamento del settore ha contestualmente evidenziato l'emergere di numerose criticità metodologiche, epistemologiche e statistiche, relative alla robustezza empirica delle associazioni osservate e alla legittimità teorica dello stabilire corrispondenze univoche tra i costrutti psicologici e i sostrati neurali (Wu & Chang, 2025). Nello specifico, gli ultimi quindici anni di ricerche hanno evidenziato un quadro più complesso: molte delle evidenze registrate mostrano una limitata replicabilità e le cause al principio sembrerebbero molteplici. Tra queste figurano, primariamente, le discrepanze nella granularità dei costrutti indagati, la ridotta potenza statistica degli studi, la limitata dimensione campionaria e l'eterogeneità dei metodi e paradigmi utilizzati. Le problematiche precitate hanno quindi sollevato la necessità di una progressiva revisione critica e riconsiderazione teorica dei principali assunti del settore.

In questa chiave, il presente capitolo si propone di esaminare le principali criticità caratterizzanti lo sviluppo delle neuroscienze della personalità, illustrando i limiti epistemologici e metodologici emersi nella letteratura contemporanea e discutendone le implicazioni per lo sviluppo futuro della disciplina. Saranno affrontati il problema della granularità dei costrutti psicologici, le implicazioni derivanti dalla ridotta entità degli

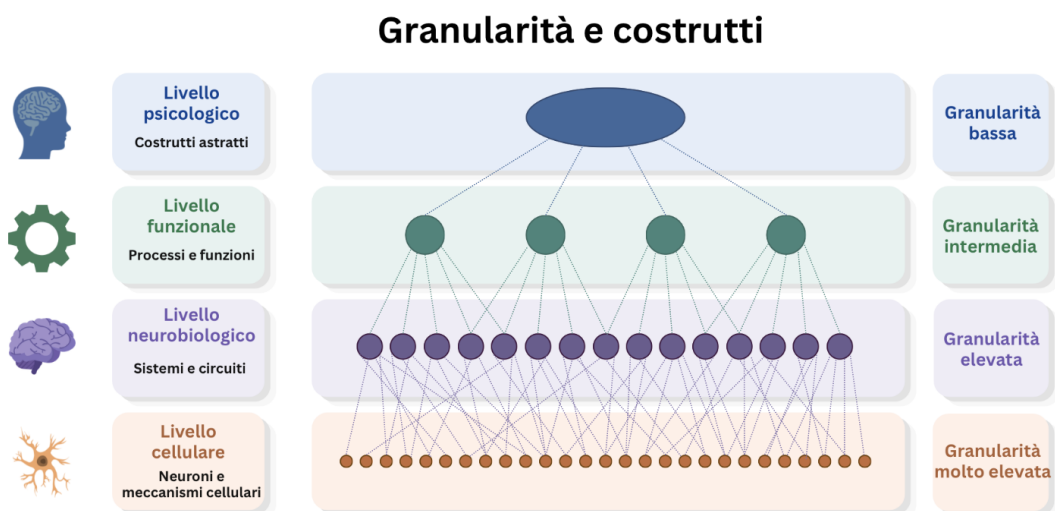
*effect size* e dalla limitata potenza statistica degli studi, il ruolo della numerosità campionaria nella stabilità delle stime e gli influssi della flessibilità analitica sulla robustezza delle evidenze empiriche. Verranno inoltre esaminate due manifestazioni paradigmatiche delle criticità inferenziali discusse nel capitolo: le cosiddette Voodoo Correlations (Vul et al., 2009) e la Winner's Curse (Button et al., 2013). Infine, saranno considerate le principali iniziative proposte in letteratura per il miglioramento della validità e affidabilità dei risultati.

## **4.2 Il problema della granularità e la complessità dei costrutti**

Come anticipato nel secondo capitolo, uno dei principali limiti epistemologici delle neuroscienze della personalità riguarda il cosiddetto problema della granularità, ovvero il disallineamento tra livelli descrittivi eterogenei caratterizzati da gradi differenti di risoluzione analitica. Il punto cruciale è che le neuroscienze della personalità operano all'intersezione tra costrutti psicologici molari, latenti e astratti e misure neurobiologiche altamente granulari, tentando di porre in corrispondenza livelli di indagine difficilmente comparabili. Nel suo complesso, tale sforzo associativo riflette la più ampia tensione tra livelli simbolici e subsimbolici della descrizione cognitiva (Smolensky, 1988; McNaughton & Smillie, 2018).

È opportuno precisare che il “problema della granularità” non rappresenta una teoria unitaria, formalizzata da un singolo autore, ma costituisce una nozione impiegata trasversalmente in letteratura e passibile di assumere significati differenti al variare del dominio teorico di riferimento. Nel presente elaborato tale concetto viene considerato nella sua accezione più prossima all'assunto di “Granularità della conoscenza” proposto da Pawlak nel contesto della Rough Set Theory (Teoria degli insiemi approssimativi, 1982), secondo cui la conoscenza risulterebbe organizzata mediante distinti livelli di partizionamento e approssimazione descrittiva dei fenomeni osservati (Pawlak, 1998).

Su questo piano, le discrepanze nella granularità tra costrutti psicologici e parametri neurobiologici possono essere considerate uno dei principali fattori epistemologici alla base dell'eterogeneità delle evidenze empiriche che caratterizza il campo: esse contribuiscono a rendere molte delle associazioni tra tratto e substrato neurale intrinsecamente deboli, precludendo la possibilità di stabilire corrispondenze lineari, biunivoche e isomorfe, e limitando la replicabilità dei risultati. Una rappresentazione sintetica di tale problema viene fornita nella figura 11.



**Figura 11.** Diagramma multilivello del problema della granularità nelle neuroscienze della personalità. La figura illustra schematicamente la non corrispondenza isomorfa tra i differenti livelli di descrizione del fenomeno psicologico, dai costrutti astratti fino ai meccanismi cellulari, evidenziando come ciascun livello presenti differenti scale di analisi e relazioni con i livelli adiacenti.

In termini formali, una relazione tra due domini viene definita isomorfa quando sussiste una corrispondenza biunivoca tra i loro elementi capace di preservarne l'organizzazione e le relazioni interne, rendendo i due domini strutturalmente equivalenti. Nel caso dei tratti di personalità e dei correlati neurali tale condizione non sembra generalmente essere soddisfatta.

Proprio in ragione del mancato isomorfismo tra tratti di personalità e substrati neurali, di frequente un medesimo costrutto psicologico risulta dipendere da una pluralità di processi neurobiologici; parimenti, singole strutture cerebrali si dimostrano partecipare simultaneamente a differenti funzioni psichiche. Si consideri, a titolo esemplificativo, l'amigdala. Essa interviene in molteplici domini processuali quali l'elaborazione della minaccia, la codifica della salienza emotiva, la rilevazione del valore motivazionale, la modulazione di aspetti socio-affettivi e la memoria emotiva (Janak & Legare, 2015). Ne consegue che, sebbene sia plausibile ipotizzare la sussistenza di un'associazione tra l'attività amigdalare e uno specifico tratto, come il nevroticismo (Servaas et al., 2013; cfr. Everaerd et al., 2015; Cunningham et al., 2011; Brück et al., 2011; Canli et al., 2001), tale relazione non assume carattere esaustivo né univoco, come suggerito dalla presenza di evidenze eterogenee (Cremers et al., 2010, Haas et al., 2007).

Viceversa, la dimensione del nevroticismo non sembra dipendere dal funzionamento esclusivo di una singola struttura cerebrale, bensì emerge da configurazioni funzionali

multiple e distribuite. Inoltre, l'amigdala potrebbe concorrere anche alla determinazione di altri tratti di personalità, come l'estroversione (DeYoung, 2010; Lei et al., 2015), ad ulteriore riprova della natura complessa e non lineare della relazione tra livello psicologico e neurobiologico. Per un approfondimento delle evidenze relative ai correlati neurali dei tratti di personalità si rimanda alle trattazioni dei capitoli 2 e 3.

Nel contesto delle neuroscienze della personalità, appare dunque evidente che molte delle criticità statistiche e inferenziali emerse non debbano essere interpretate come semplici fragilità metodologiche, contingenti e isolate, ma come conseguenze dell'elevata complessità ontologica dei costrutti della disciplina e della difficile commensurabilità tra i livelli descrittivi in essa implicati. Da tale presupposto discendono probabilmente le problematiche relative alla ridotta dimensione degli effetti osservati, la limitata potenza statistica degli studi e la conseguenziale instabilità delle correlazioni riportate in letteratura.

### **4.3 *Effect size* e potenza statistica**

La natura contrastante delle evidenze in letteratura e i riscontri sistematici delle meta-analisi suggeriscono che la struttura ontologica dei fenomeni oggetto d'indagine delle neuroscienze della personalità renda statisticamente improba l'identificazione di effetti robusti (Wu & Chang, 2025). Questo scenario suffraga l'ipotesi secondo cui le reali associazioni tra tratti e sistema nervoso, se presenti, siano caratterizzate da valori di *effect size* ( $d$ , dimensioni dell'effetto) estremamente ridotti. Con il termine *effect size* ( $d$ ) ci si riferisce a un indice quantitativo dell'intensità o ampiezza di una relazione osservata tra variabili, prescindendo dalla sola significatività statistica. In altre parole, la dimensione dell'effetto costituisce una misura statistica capace di quantificare la grandezza o rilevanza empirica di un fenomeno osservato. Diversamente dal *p-value*, indicante la probabilità cumulativa di osservare dati almeno altrettanto estremi rispetto a quelli registrati, sotto l'assunzione che l'ipotesi nulla ( $H_0$ ) sia vera, la dimensione dell'effetto fornisce quindi una stima della magnitudine reale dell'associazione osservata.

A titolo di esempio, nei modelli di associazione lineare, la dimensione dell'effetto può venire espressa attraverso il coefficiente di correlazione di Pearson ( $r$ ), il quale quantifica l'intensità dell'associazione tra i costrutti in esame. In tal caso, valori di  $r$  prossimi a zero designano valori di *effect size* deboli o assenti; al contrario, valori tendenti a -1 o +1 indicano associazioni progressivamente più intense.



Riepilogando, i bassi valori di dimensione dell'effetto riscontrati nell'ambito delle neuroscienze della personalità implicano che le correlazioni osservabili tra tratti di personalità e substrati neurofunzionali assumano generalmente intensità estremamente modeste. In termini operativi ciò sta a significare che singole metriche neurali consentono di trovare spiegazione a una quota minima della varianza di un dato tratto di personalità e viceversa. In questo senso, la frammentazione del contributo esplicativo tra le molteplici componenti neurobiologiche contribuisce all'inevitabile riduzione dell'intensità statistica delle singole associazioni osservate. Tale configurazione risulta inoltre coerente alla natura non isomorfica della relazione tra il dominio di analisi psicologico e quello neurobiologico.

In aggiunta, la presenza di dimensioni dell'effetto marcatamente contenute si riflette in modo critico sulla potenza statistica. La potenza statistica denota la probabilità che uno studio rifiuti correttamente l'ipotesi nulla ( $H_0$ ), ovvero sia che esso riesca a rilevare un effetto realmente esistente. Ne deriva che uno studio caratterizzato da un'elevata potenza statistica disporrà di una maggiore probabilità di identificare associazioni qualora queste siano presenti. Di contro, indagini condotte con una bassa potenza statistica tenderanno a ridurre l'affidabilità dei risultati statisticamente significativi, incrementando l'incidenza di associazioni spurie o non autentiche. Difatti, la ridotta potenza statistica di uno studio tende ad aumentarne il tasso relativo dei falsi positivi, nella prospettiva in cui «minore è la potenza di uno studio, minore è la probabilità che un effetto osservato che superi la soglia richiesta per rivendicare la sua scoperta rifletta effettivamente un vero effetto» (Dubois & Adolphs, 2016).

Più nello specifico, la potenza statistica risulta dipendere da molteplici fattori concomitanti quali, primariamente, il valore di *effect size* ( $d$ ), la variabilità dei dati, la soglia di significatività ( $\alpha$ ) adottata e la numerosità campionaria. Intuitivamente, effetti con dimensioni più elevate sono anche più evidenti e discriminabili rispetto alla variabilità casuale. Effetti piccoli producono invece variazioni minime, risultando difficilmente distinguibili dalla variabilità dei dati.

Analogamente, anche la variabilità dei dati svolge un ruolo fondamentale nella determinazione della potenza statistica. Un'elevata variabilità implica una maggiore prevalenza del rumore statistico, osteggiando la rilevazione di pattern sistematici reali. In termini generali, minore è la dispersione dei dati, maggiore è la discriminabilità del

segnale. Nel dominio delle neuroscienze della personalità la variabilità tende ad essere significativamente elevata a causa di una moltitudine di fattori, come la fluttuazione della rilevazione psicometrica dei tratti, le discrepanze metodologiche tra gli studi, l'eterogeneità interindividuale nelle differenze anatomiche e nel funzionamento cerebrale, oltre che i numerosi limiti di affidabilità e validità insiti negli strumenti di neuroimaging (Dubois & Adolphs, 2016; Wacker & Paul, 2022).

Anche la soglia di significatività ( $\alpha$ ) sortisce effetti rilevanti sull'entità della potenza statistica. Con il termine soglia di significatività ci si riferisce al criterio decisionale utilizzato per il rifiuto dell'ipotesi nulla ( $H_0$ ). Precisamente, la soglia di significatività ( $\alpha$ ) definisce il massimo rischio assumibile di rigettare erroneamente l'ipotesi nulla ( $H_0$ ), incorrendo in un Errore di I tipo. L'adozione di soglie di significatività più restrittive riduce l'esposizione a falsi positivi, ma rende simultaneamente più difficile il rilevamento di effetti reali, causando una riduzione della potenza statistica. Nel contesto delle neuroscienze della personalità contemporanee, le soglie di significatività si attestano essere particolarmente stringenti in ragione dell'elevato rischio di falsi positivi e questo limita inevitabilmente la potenza statistica degli studi.

#### **4.4 La numerosità campionaria come soluzione al problema della potenza**

Infine, un contributo determinante alla potenza statistica è fornito dalla numerosità campionaria ( $n$ ). L'analisi della relazione tra numerosità campionaria e potenza statistica richiede l'introduzione formale del concetto di errore standard (SE). L'errore standard definisce la deviazione standard della distribuzione campionaria associata ad una determinata statistica e rappresenta la variabilità attesa della stima al variare del campionamento. Per esempio, si ipotizzi di voler stimare l'altezza media entro una data popolazione. Presupposta un'altezza media reale pari a 175cm, è logico attendersi che le medie ottenute dai diversi campioni non coincidano in modo preciso. La variabilità attesa tra le medie campionarie corrisponde formalmente all'errore standard della stima.

A parità di condizioni, numerosità campionarie più ampie consentono di incrementare la potenza statistica degli studi, poiché riducono l'errore standard ( $SE$ ). Per tale motivo, disegni sperimentali fondati su un vasto numero di partecipanti consentono

di rilevare con maggiore precisione *effect size* ( $d$ ) estremamente deboli i quali, in studi a campioni ristretti, risulterebbero pressoché indistinguibili dalla dispersione dei dati.

Sotto il profilo matematico, per gran parte dei test statistici la numerosità campionaria ( $n$ ) necessaria al rilevamento di un effetto è approssimabile al reciproco del quadrato del valore di *effect size* ( $d$ ). Formalmente:

$$n \propto \frac{1}{d^2}$$

Tale relazione deriva dal fatto che l'errore standard ( $SE$ ) della stima diminuisce proporzionalmente alla radice quadrata della numerosità campionaria ( $n$ ):

$$SE \propto \frac{1}{\sqrt{n}}$$

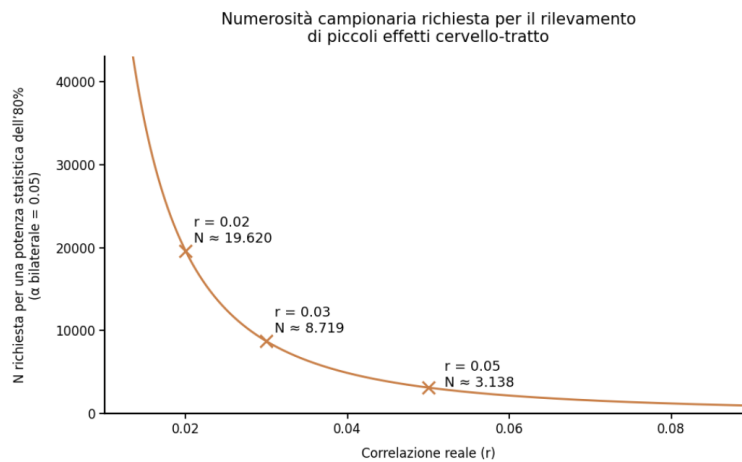
Al contempo, molte delle principali statistiche di test ( $st$ ) assumono forma generale di rapporto tra il valore di *effect size* ( $d$ ) e l'errore standard ( $SE$ ):

$$st \propto \frac{d}{SE} \propto d\sqrt{n}$$

Conseguentemente, affinché statistiche di test ( $st$ ) associate a specifici valori di *effect size* ( $d$ ) possano superare soglie sufficienti di significatività e potenza statistica, la riduzione della dimensione dell'effetto di un fattore  $k$  richiede un incremento della numerosità campionaria proporzionale a  $k^2$ :

$$d \rightarrow \frac{d}{k} \Rightarrow n \rightarrow k^2 n$$

In definitiva, al diminuire dell'*effect size* l'ampiezza del campione necessaria a preservare livelli adeguati di potenza statistica aumenta in modo non lineare. In tal senso variazioni minime nella dimensione dell'effetto possono produrre oscillazioni ampie della numerosità campionaria richiesta per il conseguimento di un'adeguata potenza statistica. Nello specifico, al decremento progressivo del valore di *effect size* la dimensione dei campioni aumenta vertiginosamente (Marek et al., 2022, Wu & Chang, 2025), come illustrato a scopo esemplificativo nella figura 12.



**Figura 12.** Riproduzione tradotta e adattata da Wu & Chang (2025). Il grafico indica la relazione tra variazioni dell'*effect size* (correlazione reale,  $r$ ) e numerosità campionaria necessaria alla rilevazione di piccoli effetti cervello-tratto con una potenza statistica dell'80% e soglia di significatività bilaterale pari a  $\alpha = 0.05$ . Il grafico evidenzia come, al diminuire dell'*effect size*, la numerosità campionaria necessaria aumenti in maniera fortemente non lineare. I marcatori indicano che correlazioni pari a  $r = 0.02$ ,  $r = 0.03$  e  $r = 0.05$  richiedono rispettivamente 19.620, 8.719 e 3.138 soggetti affinché la loro rilevazione risulti sufficientemente affidabile. I valori sono stati ottenuti mediante analisi di potenza Fisher-z.

Sul piano inferenziale, campioni più ampi consentono, per dimensioni dell'effetto estremamente contenute, l'ottenimento di stime più stabili e un miglioramento del rapporto segnale-rumore. Per tale ragione, in presenza di *effect size* ridotte la possibilità di avvalersi di *dataset* numericamente più ampi diviene un prerequisito cruciale. Nelle neuroscienze della personalità contemporanee, e più in generale nella disciplina neuroscientifica, numerosi autori hanno evidenziato la necessità di predisporre dataset collaborativi di ampia scala (come, ad esempio, l'ABCD Study e lo Human Connectome Project) al fine di ottenere risultati empiricamente robusti e affidabili, oltre che trasparenti e replicabili (Mar, Spreng, DeYoung, 2013; Dubois & Adolphs, 2016; Marek et al., 2022; Wacker & Paul, 2022; Wu & Chang, 2025). La numerosità dei campioni è un tema fondamentale del campo di ricerca e ha sollevato numerose critiche circa la validità di parte significativa delle evidenze ad oggi riportate, configurandosi come uno dei principali fattori esplicativi della mancanza di replicabilità delle stime. Le dimensioni campionarie utilizzate nella ricerca psicologica e neuroscientifica sono generalmente incompatibili con la rilevazione affidabile degli effetti che presumibilmente riflettono i fenomeni in oggetto (Ioannidis, 2005; Szucs & Ioannidis, 2017; Button et al., 2013; Wacker & Paul, 2022).

In merito, assumendo una gamma realistica di probabilità a priori associate all'ipotesi nulla ( $H_0$ ), ovvero sia considerando verosimile che una quota non trascurabile di ipotesi investigative sia effettivamente falsa nella realtà, Szucs e Ioannidis (2017)

hanno stimato che la probabilità che un risultato pubblicato in letteratura come statisticamente significativo costituisca un falso positivo (cosiddetta False Report Probability, FRP) superi verosimilmente il 50% nel contesto della letteratura analizzata. In altre parole, in compresenza di una quota sostanziale di ipotesi nulle reali e di livelli modesti di potenza statistica, la probabilità che un risultato pubblicato in quanto statisticamente significativo corrisponda ad un falso positivo è degna di nota. Secondo questa prospettiva, una porzione rilevante degli esiti presentati come significativi nell'ambito della psicologia e delle neuroscienze cognitive potrebbe non riflettere effetti realmente esistenti.

Tale scenario risulta coerente con la formulazione proposta da Button e colleghi (2013), secondo cui minore è la potenza statistica di uno studio, minore è la probabilità che un effetto osservato che raggiunga la soglia di significatività statistica ( $\alpha$ ) rifletta effettivamente un vero effetto (cosiddetto Positive Predictive Value, PPV).

Nello specifico, la relazione tra la False Report Probability (FRP) e Positive Predictive Value (PPV) trova forma esplicita nell'espressione:

$$FRP = 1 - PPV$$

Questo poiché un risultato statisticamente significativo può riflettere probabilisticamente o un effetto reale o un falso positivo. In tal senso FRP e PPV si configurano come probabilità complementari riferite ad un medesimo evento condizionante (il risultato statisticamente significativo:  $p < \alpha$ ) tale che, in notazione probabilistica:

$$FRP = P(H_0|p < \alpha) \quad PPV = P(H_1|p < \alpha)$$

Da cui:

$$P(H_0|p < \alpha) = 1 - P(H_1|p < \alpha)$$

#### **4.5 L'influenza della flessibilità analitica sulle stime**

Come anticipato in precedenza, le criticità metodologiche derivanti dalla limitata potenza statistica non esauriscono l'insieme delle problematiche che contraddistinguono la disciplina delle neuroscienze della personalità. Tra queste, un ruolo centrale è svolto

dalla considerevole flessibilità analitica degli studi in sede di raccolta, manipolazione e analisi dei dati.

La flessibilità nella raccolta, manipolazione e analisi dei dati determina un sostanziale incremento della probabilità di incorrere in risultati solo apparentemente significativi (Simmons et al., 2011). Tale fenomeno viene ricondotto all'ampio numero di decisioni che un ricercatore è tenuto a prendere nel corso delle procedure sperimentali e all'elevato grado di discrezionalità mediante cui tali scelte vengono effettuate. Intuitivamente, si ritiene inverosimile che ognuna di tali decisioni venga compiuta a priori, in modo lungimirante e preventivo. Piuttosto, appare ragionevole attendersi che alcune di queste scelte vengano effettuate in corso d'opera, modificando l'andamento dello studio. In questa accezione, risulta comune tra i ricercatori l'esplorazione di molteplici percorsi analitici, ciascuno dei quali può condurre a esiti inferenziali distinti. Risulta evidente come, in assenza di vincoli stringenti nel metodo e della disposizione di pratiche rigorose, tale flessibilità procedurale possa agevolare la selezione preferenziale delle sole analisi producenti esiti significativi e la conseguente presentazione esclusiva dei risultati positivi.

Quando delineato è particolarmente problematico poiché, per un dato livello nominale di significatività ( $\alpha$ ), l'investigazione di molteplici potenziali percorsi di analisi può aumentare la probabilità complessiva di ottenere un risultato falso positivo oltre il valore di  $\alpha$  inizialmente assunto (Simmons et al., 2011). Ciò compromette notevolmente la validità e affidabilità delle stime, favorendo il *p-hacking*: l'insieme delle pratiche manipolatorie impiegate, in modo più o meno intenzionale, per amplificare la probabilità di acquisire risultati statisticamente significativi (Dubois & Adolphs, 2016).

Nel suo complesso, l'impatto della flessibilità analitica sui risultati scientifici sottolinea l'importanza di sottostare alle richieste di trasparenza metodologica, di condivisione dei flussi di lavoro e di segnalare la presenza di molteplici tentativi di analisi condotti sul medesimo insieme di dati. Nelle neuroscienze della personalità la flessibilità nei metodi di analisi assume un ruolo decisivo in funzione dell'elevata complessità di elaborazione dei dati neurobiologici e dei più generici ridotti valori di *effect size*. Entro tali circostanze, variazioni marginali nelle scelte metodologiche possono generare differenze sostanziali negli esiti con conseguenze ingenti sulla replicabilità delle evidenze.

## 4.6 Winner's Curse e Voodoo Correlations

È già stato discusso come il basso potere statistico influisca negativamente sulla probabilità che un risultato statisticamente significativo rispecchi un effetto reale. Secondo Button e colleghi (2013) il potere statistico mediano degli studi neuroscientifici è esiguo e viene stimato essere compreso tra l'8% e il 31%, richiedendo ampi campioni per la rilevazione di effetti reali in modo affidabile. Ogni studio giudicato avere una numerosità campionaria insufficiente in rapporto alla potenza statistica viene definito "sottodimensionato".

Un aspetto rilevante è che, sovente, anche quando uno studio sottodimensionato rileva un effetto reale, è probabile che esso fornisca una stima eccessiva dell'entità effettiva di tale effetto. Tale fenomeno è noto in letteratura con il nome di Winner's Curse (Maledizione del vincitore) (Button et al., 2013).

**Winner's Curse.** La Winner's Curse costituisce un fenomeno statistico di inflazione delle stime e deriva primariamente dall'impatto congiunto della limitata potenza statistica e di modeste dimensioni campionarie. In presenza di campioni ridotti, la variabilità introdotta dal campionamento determina l'instabilità delle stime di *effect size*. Di conseguenza, gli studi sottodimensionati che riescono a raggiungere la significatività statistica tenderanno a coincidere con quelli che sovrastimano la reale dimensione dell'effetto del fenomeno indagato. In questi termini, le elevate fluttuazioni campionarie in dataset sottodimensionati generano spesso forti associazioni per caso (Marek et al., 2022). Al contempo, poiché più forti, tali associazioni avranno una maggiore probabilità di raggiungere la significatività statistica e, pertanto, di essere pubblicate in letteratura.

Ai fini di esemplificazione, si immagini che dieci gruppi di ricerca indaghino il medesimo effetto utilizzando ciascuno un campione di studio differente, di numerosità contenuta. Nonostante si assuma un valore di *effect size* estremamente limitato, a fronte della variabilità campionaria ci si attende che alcuni gruppi osservino associazioni notevolmente più intense rispetto ad altri. Nella maggior parte dei gruppi, tuttavia, le associazioni indagate risulteranno troppo deboli per essere considerate statisticamente significative e questo è ragionevole perché la dimensione dell'effetto indagato è ridotta. Conseguentemente, i gruppi di studio che riusciranno a rilevare l'effetto coincideranno verosimilmente con quelli che hanno registrato, per effetto del caso, le associazioni in apparenza più intense. A tal punto, ipotizzando che tra le poche associazioni rilevate ne

figuri almeno una statisticamente significativa, questa tenderà ad essere considerata maggiormente informativa e quindi selezionata e pubblicata. In questo modo, l'*effect size* osservato e divulgato risulterà sistematicamente superiore rispetto alla reale dimensione dell'effetto presente nella popolazione, compromettendo inoltre la replicabilità futura del risultato. Tale inflazione della stima dell'effetto osservato costituisce precisamente il fenomeno della Winner's Curse.

Nel dominio delle neuroscienze della personalità, la presenza di associazioni caratterizzate da *effect size* estremamente ridotte rende il fenomeno statistico della Winner's Curse particolarmente rilevante, contribuendo alle sovrastime delle correlazioni osservate e alla difficile riproducibilità delle evidenze sperimentali.

Oltre alla Winner's Curse, un'ulteriore vulnerabilità metodologica capace di accrescere il dibattito circa la robustezza delle evidenze empiriche nelle neuroscienze della personalità è rappresentata dalle correlazioni illusorie storicamente note con il nome di Voodoo Correlations.

**Voodoo Correlations.** Analogamente alla Winner's Curse, il fenomeno delle Voodoo Correlations conferisce enfasi al rischio di rilevare stime apparentemente solide, ma scarsamente rappresentative delle reali associazioni presenti nella popolazione. Con il termine Voodoo Correlations vengono generalmente intese correlazioni insolitamente elevate presentate da numerosi studi di *neuroimaging* e criticate da Vul e colleghi in un celebre studio del 2009. Malgrado tale espressione non venga esplicitamente formalizzata dagli autori, con essa viene fatto riferimento a correlazioni tra misure cerebrali e fenotipi comportamentali la cui entità risulta difficilmente conciliabile con l'affidabilità delle misure psicometriche e metriche neurobiologiche impiegate.

Secondo Vul e colleghi (2009) i meccanismi esplicativi di tali correlazioni sono riconducibili a forme di inflazione artificiale delle stime, derivate dall'impiego di procedure statistiche non indipendenti e dall'analisi circolare dei dati. Nello specifico, gli autori hanno evidenziato come molti di tali studi selezionassero le regioni cerebrali da sottoporre ad analisi correlazionale in funzione dell'entità delle singole associazioni voxel-based con il parametro psicometrico in esame.

Tra le migliaia di voxel esaminati venivano individuati quelli propri di correlazioni più cospicue con il costrutto in oggetto, i quali venivano impiegati per la definizione delle regioni cerebrali di interesse (ROI, Region of Interest). Successivamente, le medesime

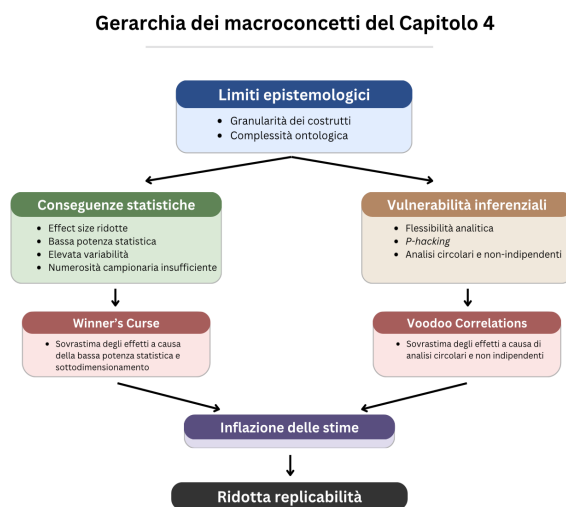


correlazioni venivano utilizzate come stima dell'intensità dell'associazione osservata tra le regioni di interesse e il costrutto psicologico. In tale quadro, la non indipendenza strutturale tra fase di selezione e fase di stima delinea una chiara circolarità nell'analisi che tende inesorabilmente a privilegiare le associazioni più intense, producendo una sovrastima sistematica dell'entità reale delle correlazioni osservate.

Benché le radicali conclusioni presentate da Vul e colleghi (Vul et al., 2009) abbiano suscitato ampie dispute metodologiche, le critiche inerenti alla mancata indipendenza delle procedure statistiche non indipendenti e alle analisi circolari vengono oggi riconosciute come fondate e contribuiscono alla progressiva evoluzione e consolidamento delle tecniche di inferenza statistica nel neuroimaging, inclusi gli studi delle neuroscienze della personalità.

Nel loro insieme i fenomeni della Winner's Curse e delle Voodoo Correlations pongono in risalto come la validità e affidabilità delle inferenze neuroscientifiche non dipenda esclusivamente dalla bontà e numerosità dei dati raccolti, bensì anche dal rigore dei metodi statistici utilizzati nella loro analisi. Ambedue conducono alla sovrastima dell'entità delle associazioni osservate e alla conseguenziale riduzione della replicabilità delle evidenze, configurandosi come casi paradigmatici delle criticità metodologiche fino a qui esaminate.

Una sintesi grafica delle relazioni intercorrenti tra le principali criticità epistemologiche, statistico-inferenziali e metodologiche affrontate nel capitolo viene proposta nella figura 13.



**Figura 13.** Gerarchia concettuale dei principali fattori associati alla limitata replicabilità delle evidenze nelle neuroscienze della personalità e delle loro relazioni.

## 4.7 Strategie e contromisure ai limiti di replicabilità

Le vulnerabilità metodologiche e inferenziali discusse nelle sezioni precedenti hanno sollevato la necessità stringente di eseguire una revisione delle pratiche di ricerca nelle neuroscienze della personalità. In risposta ai problemi di replicabilità emersi, la letteratura contemporanea ha proposto una serie di contromisure volte ad incrementare la solidità delle evidenze empiriche, la trasparenza dei processi di analisi e l'affidabilità delle inferenze statistiche. In generale, è possibile asserire come le principali fragilità nel metodo di ricerca possano attribuirsi in principio a due macro fattori: l'ambiguità riguardo cosa sia giusto o sbagliato fare e l'ambizione intrinseca del ricercatore nel rilevare un risultato statisticamente significativo (Simmons et al., 2011). In quest'ottica, vi è un generale accordo rispetto all'esigenza di stipulare un insieme di requisiti pratici e linee guida al fine di chiarire il modo più appropriato per eseguire una ricerca. Tra questi figurano: la preregistrazione degli obiettivi dello studio e dei protocolli di ricerca, inclusa l'elaborazione e analisi dei dati per la prevenzione del *p-hacking*, l'esecuzione del calcolo a priori della potenza statistica, la divulgazione di metodi e risultati in modo trasparente, comprese le manipolazioni fallite, l'adozione di soglie di significatività statistica più conservative e il rilascio dei materiali di studio e dati grezzi (Simmons et al., 2011; Button et al., 2013; Szucs & Ioannidis, 2017; Wacker & Paul, 2022; Wu & Chang, 2025).

Certamente, ciascuna delle strategie sopra elencate meriterebbe una trattazione autonoma e include specifiche limitazioni applicative tali da inficiare il raggiungimento di un consenso unanime circa la loro implementazione. Malgrado ciò, appare ragionevole sostenere che l'adozione sistematica anche solo di una parte di tali pratiche possa comportare una mitigazione significativa delle problematiche metodologiche che gravano sulla disciplina delle neuroscienze della personalità.

Inoltre, emerge un consenso relativamente diffuso riguardo ai benefici derivabili dalla possibilità di adottare un approccio fortemente collaborativo tra gruppi di ricercatori, in contrasto all'attuale e più consueta parcellizzazione degli sforzi investigativi in attività di ricerca isolate (Mar, Spreng, DeYoung, 2013; Button et al., 2013; Wacker & Paul, 2022; Wu & Chang, 2025). Lungo tale prospettiva, negli ultimi anni sono state avanzate numerose proposte di iniziative finalizzate alla costituzione di database condivisi e consorzi accademici di ricerca su larga scala, sia nell'ambito delle neuroscienze della personalità, che più in generale, nel panorama neuroscientifico. Ad

oggi, tra le più ampie infrastrutture volte alla raccolta e condivisione di dataset multimodali si distinguono per rilevanza empirica lo Human Connectome Project (HCP), l'Adolescent Brain Cognitive Development Study (ABCD) e l'UK Biobank.

L'adozione su larga scala di infrastrutture collaborative consentirebbe di indurre un incremento considerevole della numerosità campionaria disponibile, migliorando la potenza statistica degli studi e la stabilità delle stime. Parallelamente la condivisione di protocolli sperimentali, procedure di analisi e criteri del metodo favorirebbe la maggiore standardizzazione delle pratiche di ricerca, riducendo l'eterogeneità metodologica e promuovendo la replicabilità dei risultati. Infine, la disponibilità di dataset ampi e condivisi consentirebbe di effettuare verifiche indipendenti delle evidenze riportate in letteratura, rafforzando la trasparenza del processo scientifico e la validità delle inferenze.

In conclusione, il superamento delle vulnerabilità metodologiche sinora discusse si configura come un requisito imprescindibile per il conseguimento di evidenze empiriche cumulative, scientificamente solide e affidabili nel dominio delle neuroscienze della personalità. Nel loro insieme, le criticità emerse evidenziano la necessità di attuare una profonda revisione delle pratiche di ricerca, nella transizione del campo verso criteri metodologici caratterizzati da maggiore rigore, trasparenza e replicabilità.

## Conclusioni generali

Il presente elaborato si è proposto di ricostruire la traiettoria storica, teorica ed empirica delle neuroscienze della personalità. Sono stati analizzati i presupposti concettuali della disciplina e i diversi tentativi di formalizzazione neurobiologica dei tratti di personalità. Inoltre, sono state prese in esame le principali criticità metodologiche emerse nell'attività di validazione empirica delle teorie. L'esposizione è stata finalizzata a illustrare le potenzialità esplicative e i limiti dell'approccio neuroscientifico allo studio della personalità, nel tentativo di rispondere al seguente quesito: in che modo e in quale misura le neuroscienze possono realmente spiegare la personalità?

A questo scopo, l'elaborato ha analizzato il progressivo riorientamento della disciplina da modelli riduzionisti e localizzazionisti, fondati su associazioni dirette tra dimensioni di personalità e substrati biologici, verso prospettive teoriche funzionaliste, incentrate sui legami tra dimensioni di personalità e sistemi neurali distribuiti, secondo livelli multipli di organizzazione.

Da questa analisi della letteratura emerge come, sotto il profilo interpretativo, l'evoluzione delle neuroscienze della personalità sia stata contrassegnata dalla progressiva tensione tra due esigenze complementari ma difficilmente conciliabili: da un lato, la necessità di descrivere e rappresentare in modo esauriente le differenze interindividuali, espresse mediante costrutti psicometrici stabili; dall'altro, la volontà di individuarne i meccanismi neurobiologici sottesi. In questo quadro, i modelli di Cloninger e DeYoung hanno formulato strategie teoriche divergenti volte a colmare il divario epistemologico presente tra il livello di analisi psicologico e neurobiologico. Sebbene appaia sempre più evidente la necessità di privilegiare l'impiego di approcci funzionali piuttosto che strutturali, la letteratura contemporanea continua a registrare evidenze contrastanti. Inoltre, occorre ricordare come tale percorso empirico e teorico includa altri contributi fondamentali, quali quelli di Gray (1982) ed Eysenck (1985), che tuttavia non costituiscono oggetto di trattazione del presente lavoro.

Se è vero che i risultati delle ricerche hanno progressivamente rivelato come l'identificazione dei correlati neurali dei tratti presenti un livello di complessità superiore a quanto inizialmente atteso, ciò non implica necessariamente una messa in discussione del valore teorico o scientifico delle neuroscienze della personalità. Al contrario, la stessa

eterogeneità dei risultati sembra fornire la motivazione teorica necessaria per l'avanzamento della disciplina, costituendo un incentivo all'ulteriore riformulazione dei modelli e alla conseguente riorganizzazione del campo, piuttosto che indicare il completo esaurimento del programma di ricerca.

Per tali motivi, le principali sfide future delle neuroscienze della personalità non risiedono nella sola accumulazione di nuovi riscontri empirici, bensì anche nella definizione di modelli teorici capaci di integrare coerentemente i diversi livelli di analisi e di chiarire il reale significato delle relazioni osservate tra i costrutti di personalità e le misure neurali. In conclusione, il futuro della disciplina appare dunque legato tanto al progresso metodologico quanto alla capacità di elaborare cornici interpretative capaci di rendere reciprocamente commensurabili la personalità e il funzionamento cerebrale, nella ricerca continuativa delle basi biologiche delle differenze individuali.

## Bibliografia

\*Bibliografia non direttamente consultata

Abu Raya, M., Ogunyemi, A. O., Broder, J., Carstensen, V. R., Illanes-Manrique, M., & Rankin, K. P. (2023). *The neurobiology of openness as a personality trait. Frontiers in Neurology, 14*, 1235345.  
<https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1235345>

Adelstein, J. S., Shehzad, Z., Mennes, M., DeYoung, C. G., Zuo, X.-N., Kelly, C., Margulies, D. S., Bloomfield, A., Gray, J. R., Castellanos, F. X., & Milham, M. P. (2011). *Personality is reflected in the brain's intrinsic functional architecture. PLoS ONE, 6*(11), e27633. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027633>

Aghajani, M., Veer, I. M., van Tol, M.-J., Aleman, A., van Buchem, M. A., Veltman, D. J., Rombouts, S. A. R. B., & van der Wee, N. J. (2014). *Neuroticism and extraversion are associated with amygdala resting-state functional connectivity. Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 14*(2), 836–848.  
<https://doi.org/10.3758/s13415-013-0224-0>

Allport, G. W. (1937). *Personality: A psychological interpretation*. Henry Holt and Company.

\*Allport, G. W., & Odbert, H. S. (1936). *Trait-names: A psycho-lexical study. Psychological Monographs, 47*(1, Whole No. 211).  
<https://doi.org/10.1037/h0093360>

Avinun, R., Israel, S., Knodt, A. R., & Hariri, A. R. (2020). *Little evidence for associations between the Big Five personality traits and variability in brain gray or white matter. NeuroImage, 220*, 117092.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117092>

Brück, C., Kreifelts, B., Kaza, E., Lotze, M., & Wildgruber, D. (2011). *Impact of personality on the cerebral processing of emotional prosody. NeuroImage, 58*(1), 259–268. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.06.005>

Button, K. S., Ioannidis, J. P. A., Mokrysz, C., Nosek, B. A., Flint, J., Robinson, E. S. J., & Munafò, M. R. (2013). *Power failure: Why small sample size undermines the reliability of neuroscience. Nature Reviews Neuroscience, 14*(5), 365–376.  
<https://doi.org/10.1038/nrn3475>

- Canli, T., Zhao, Z., Desmond, J. E., Kang, E., Gross, J., & Gabrieli, J. D. E. (2001). *An fMRI study of personality influences on brain reactivity to emotional stimuli. Behavioral Neuroscience, 115*(1), 33–42. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.115.1.33>
- Capanna, C., Struglia, F., Riccardi, I., Daneluzzo, E., Stratta, P., & Rossi, A. (2012). *Temperament and Character Inventory-R (TCI-R) and Big Five Questionnaire (BFQ): Convergence and divergence. Psychological Reports, 110*(3), 1002–1006. <https://doi.org/10.2466/02.03.09.PR0.110.3.1002-1006>
- Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Borgogni, L., & Perugini, M. (2012). *Big Five Questionnaire (BFQ-2): Manuale. Giunti O.S. Organizzazioni Speciali.*
- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (2023). *Psicologia della personalità: Prospettive teoriche, strumenti e contesti applicativi (3<sup>a</sup> ed. italiana).* Pearson.
- Chen, Y.-W., & Canli, T. (2022). “Nothing to see here”: No structural brain differences as a function of the Big Five personality traits from a systematic review and meta-analysis. *Personality Neuroscience, 5*, e8, 1–28. <https://doi.org/10.1017/pen.2021.5>
- Cloninger, C. R. (1987). *A systematic method for clinical description and classification of personality variants: A proposal. Archives of General Psychiatry, 44*(6), 573–588. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1987.01800180093014>
- Cloninger, C. R. (1994). *Temperament and personality. Current Opinion in Neurobiology, 4*(2), 266–273. [https://doi.org/10.1016/0959-4388\(94\)90083-3](https://doi.org/10.1016/0959-4388(94)90083-3)
- Cloninger, C. R., Svrakic, D. M., & Przybeck, T. R. (1993). *A psychobiological model of temperament and character. Archives of General Psychiatry, 50*(12), 975–990. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1993.01820240059008>
- Costa, P. T., Jr., & McCrae, R. R. (1992). *Revised NEO Personality Inventory (NEO PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI) professional manual.* Psychological Assessment Resources.
- \*Costa, P. T., Jr., & McCrae, R. R. (1995). *Domains and facets: Hierarchical personality assessment using the Revised NEO Personality Inventory. Journal of Personality Assessment, 64*(1), 21–50. [https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6401\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6401_2)

- Cremers, H. R., Demenescu, L. R., Aleman, A., Renken, R., van Tol, M.-J., van der Wee, N. J. A., Veltman, D. J., & Roelofs, K. (2010). *Neuroticism modulates amygdala–prefrontal connectivity in response to negative emotional facial expressions*. *NeuroImage*, 49(1), 963–970.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.08.023>
- Cunningham, W. A., Arbuckle, N. L., Jahn, A., Mowrer, S. M., & Abduljalil, A. M. (2011). *Aspects of neuroticism and the amygdala: Chronic tuning from motivational styles*. *Neuropsychologia*, 48(12), 3399–3404.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.06.026>
- De Fruyt, F., Van De Wiele, L., & Van Heeringen, C. (2000). *Cloninger's psychobiological model of temperament and character and the Five-Factor Model of Personality*. *Personality and Individual Differences*, 29(3), 441–452.  
[https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(99\)00204-4](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(99)00204-4)
- Depue, R. A., & Collins, P. F. (1999). *Neurobiology of the structure of personality: Dopamine, facilitation of incentive motivation, and extraversion*. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(3), 491–517. <https://doi.org/10.1017/S0140525X99002046>
- DeYoung, C. G. (2006). *Higher-order factors of the Big Five in a multi-informant sample*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91(6), 1138–1151.  
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.91.6.1138>
- DeYoung, C. G. (2010). *Personality neuroscience and the biology of traits*. *Social and Personality Psychology Compass*, 4(12), 1165–1180.  
<https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2010.00327.x>
- DeYoung, C. G. (2013). *The neuromodulator of exploration: A unifying theory of the role of dopamine in personality*. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 762.  
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00762>
- DeYoung, C. G. (2015). *Cybernetic Big Five Theory*. *Journal of Research in Personality*, 56, 33–58. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2014.07.004>
- DeYoung, C. G., Beaty, R. E., Genç, E., Latzman, R. D., Passamonti, L., Servaas, M. N., Shackman, A. J., Smillie, L. D., Spreng, R. N., Viding, E., & Wacker, J. (2022). *Personality neuroscience: An emerging field with bright prospects*. *Personality Science*, 3, e7269. <https://doi.org/10.5964/ps.7269>



- DeYoung, C. G., & Weisberg, Y. J. (2018). *Cybernetic approaches to personality and social behavior*. In K. Deaux & M. Snyder (Eds.), *The Oxford handbook of personality and social psychology* (2nd ed., pp. 387–414). Oxford University Press.
- DeYoung, C. G., Hirsh, J. B., Shane, M. S., Papademetris, X., Rajeevan, N., & Gray, J. R. (2010). *Testing predictions from personality neuroscience: Brain structure and the Big Five*. *Psychological Science*, 21(6), 820–828.  
<https://doi.org/10.1177/0956797610370159>
- DeYoung, C. G., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2005). *Sources of openness/intellect: Cognitive and neuropsychological correlates of the fifth factor of personality*. *Journal of Personality*, 73(4), 825–858.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2005.00330.x>
- DeYoung, C. G., Quilty, L. C., & Peterson, J. B. (2007). *Between facets and domains: 10 aspects of the Big Five*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 93(5), 880–896. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.93.5.880>
- DeYoung, C. G., Shamosh, N. A., Green, A. E., Braver, T. S., & Gray, J. R. (2009). *Intellect as distinct from openness: Differences revealed by fMRI of working memory*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 97(5), 883–892.  
<https://doi.org/10.1037/a0016615>
- Dubois, J., & Adolphs, R. (2016). *Building a science of individual differences from fMRI*. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(6), 425–443.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.03.014>
- Dubois, J., Galdi, P., Han, Y., Paul, L. K., & Adolphs, R. (2018). *Resting-state functional brain connectivity best predicts the personality dimension of openness to experience*. *Personality Neuroscience*, 1, e6, 1–21.  
<https://doi.org/10.1017/pen.2018.8>
- Everaerd, D., Klumpers, F., van Wingen, G., Tendolkar, I., & Fernández, G. (2015). *Association between neuroticism and amygdala responsivity emerges under stressful conditions*. *NeuroImage*, 112, 218–224.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.03.014>

- Goldberg, L. R. (1990). *An alternative “description of personality”: The Big-Five factor structure*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(6), 1216–1229. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.59.6.1216>
- Gray, J. A., & McNaughton, N. (2000). *The neuropsychology of anxiety: An enquiry into the functions of the septo-hippocampal system* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Haas, B. W., Omura, K., Constable, R. T., & Canli, T. (2007). *Emotional conflict and neuroticism: Personality-dependent activation in the amygdala and subgenual anterior cingulate*. *Behavioral Neuroscience*, 121(2), 249–256. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.121.2.249>
- Ioannidis, J. P. A. (2005). *Why most published research findings are false*. *PLoS Medicine*, 2(8), e124. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124>
- Janak, P. H., & Tye, K. M. (2015). *From circuits to behaviour in the amygdala*. *Nature*, 517(7534), 284–292. <https://doi.org/10.1038/nature14188>
- Kennis, M., Rademaker, A. R., & Geuze, E. (2013). *Neural correlates of personality: An integrative review*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(1), 73–95. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.10.012>
- Köse, S. (2003). *A psychobiological model of temperament and character: TCI*. *Yeni Symposium*, 41(2), 86–97.
- Lai, H., Wang, S., Zhao, Y., Zhang, L., Yang, C., & Gong, Q. (2019). *Brain gray matter correlates of extraversion: A systematic review and meta-analysis of voxel-based morphometry studies*. *Human Brain Mapping*, 40(13), 4038–4057. <https://doi.org/10.1002/hbm.24684>
- Lei, X., Zhao, Z., & Chen, H. (2015). *Extraversion is encoded by scale-free dynamics of default mode network*. *NeuroImage*, 74, 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.02.020>
- Li, Q., Chen, T., Lai, H., Li, J., & Wang, S. (2025). *Extraversion and the resting brain: A coordinate-based meta-analysis of resting-state functional brain imaging studies*. *Brain Structure and Function*, 230, 158. <https://doi.org/10.1007/s00429-025-03024-1>

- Little, B. R. (2008). *Personal projects and free traits: Personality and motivation reconsidered*. *Social and Personality Psychology Compass*, 2(3), 1235–1254. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2008.00106.x>
- Mar, R. A., Spreng, R. N., & DeYoung, C. G. (2013). *How to produce personality neuroscience research with high statistical power and low additional cost*. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 13(4), 674–685. <https://doi.org/10.3758/s13415-013-0202-6>
- Marek, S., Tervo-Clemmens, B., Calabro, F. J., Montez, D. F., Kay, B. P., Hatoum, A. S., Donohue, M. R., Foran, W., Miller, R. L., Hendrickson, T. J., Malone, S. M., Kandala, S., Feczko, E., Miranda-Dominguez, O., Graham, A. M., Earl, E. A., Perrone, A. J., Cordova, M., Doyle, O., ... Dosenbach, N. U. F. (2022). *Reproducible brain-wide association studies require thousands of individuals*. *Nature*, 603(7902), 654–660. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04492-9>
- Marstrand-Joergensen, M. R., Johansen-Berg, H., Smith, S. M., & Dørum, E. S. (2021). *Default mode network functional connectivity negatively associated with trait openness to experience*. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 16(9), 950–961. <https://doi.org/10.1093/scan/nsab047>
- Martinotti, G., Mandelli, L., Di Nicola, M., Serretti, A., Fossati, A., Borroni, S., Cloninger, C. R., & Janiri, L. (2008). *Psychometric characteristic of the Italian version of the Temperament and Character Inventory—Revised, personality, psychopathology, and attachment styles*. *Comprehensive Psychiatry*, 49(5), 514–522. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2007.11.002>
- McCrae, R. R., & John, O. P. (1992). *An introduction to the Five-Factor Model and its applications*. *Journal of Personality*, 60(2), 175–215. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.x>
- McNaughton, N., & Smillie, L. D. (2018). *Some metatheoretical principles for personality neuroscience*. *Personality Neuroscience*, 1, e11, 1–13. <https://doi.org/10.1017/pen.2018.9>

- Mueller, E. M., Burgdorf, C., Chavanon, M.-L., Schweiger, D., Wacker, J., & Stemmler, G. (2014). *Dopamine modulates frontomedial failure processing of agentic introverts versus extraverts in incentive contexts. Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 14*(2), 756–768. <https://doi.org/10.3758/s13415-013-0228-9>
- Nees, F., Tzschoppe, J., Patrick, C. J., Vollstädt-Klein, S., Steiner, S., Poustka, L., Banaschewski, T., Barker, G. J., Büchel, C., Conrod, P. J., Garavan, H., Heinz, A., Gallinat, J., Loth, E., Mann, K., Martinot, J.-L., Rietschel, M., Smolka, M. N., Ströhle, A., ... Flor, H. (2015). *Aversive learning in adolescents: Modulation by amygdala–prefrontal and amygdala–hippocampal connectivity and neuroticism. Neuropsychopharmacology, 40*(4), 875–884. <https://doi.org/10.1038/npp.2014.247>
- Pawlak, Z. (1998). *Granularity of knowledge, indiscernibility and rough sets. In Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Fuzzy Systems* (pp. 106–110). IEEE.
- Rauland, A., Jung, K., Satterthwaite, T. D., Cieslak, M., Reetz, K., Eickhoff, S. B., & Popovych, O. V. (2025). *Weak and unstable prediction of personality from the structural connectome. Imaging Neuroscience, 3*. [https://doi.org/10.1162/imag\\_a\\_00416](https://doi.org/10.1162/imag_a_00416)
- Servaas, M. N., van der Velde, J., Costafreda, S. G., Horton, P., Ormel, J., Riese, H., & Aleman, A. (2013). *Neuroticism and the brain: A quantitative meta-analysis of neuroimaging studies investigating emotion processing. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 37*(8), 1518–1529. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.05.005>
- Shannon, C. E. (1948). *A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 27*(3), 379–423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Simmons, J. P., Nelson, L. D., & Simonsohn, U. (2011). *False-positive psychology: Undisclosed flexibility in data collection and analysis allows presenting anything as significant. Psychological Science, 22*(11), 1359–1366. <https://doi.org/10.1177/0956797611417632>

- Smolensky, P. (1988). *On the proper treatment of connectionism. Behavioral and Brain Sciences, 11*, 1–74. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00052432>
- Szucs, D., & Ioannidis, J. P. A. (2017). *Empirical assessment of published effect sizes and power in the recent cognitive neuroscience and psychology literature. PLoS Biology, 15*(3), e2000797. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2000797>
- Tian, F., Wang, J., Xu, C., Li, H., & Ma, X. (2018). *Focusing on the differences of resting-state brain networks, using a data-driven approach to explore the functional neuroimaging characteristics of extraversion trait. Frontiers in Neuroscience, 12*, 109. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00109>
- Vul, E., Harris, C. R., Winkielman, P., & Pashler, H. (2009). *Puzzlingly high correlations in fMRI studies of emotion, personality, and social cognition. Perspectives on Psychological Science, 4*(3), 274–290. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2009.01125.x>
- Wacker, J., & Paul, K. (2022). *An unsatisfactory status quo and promising perspectives: Why links between brain activity and personality remain elusive and what we need to change to do better. Current Opinion in Behavioral Sciences, 43*, 224–229. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2021.11.008>
- Wacker, J., & Smillie, L. D. (2015). *Trait extraversion and dopamine function. Social and Personality Psychology Compass, 9*(6), 225–238. <https://doi.org/10.1111/spc3.12175>
- Wiener, N. (1961). *Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine* (2nd ed.). MIT Press.
- Wu, P., & Chang, Y. (2025). *From big associations to big practices—Why normative modeling should be the default in personality neuroscience. Frontiers in Psychology, 16*, 1701166. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1701166>
- Wu, T., Wang, J., Yang, Y., Zhang, H., Zheng, Y., Li, H., Yang, Y., Wang, L., Huang, H., & Gong, Q. (2014). *A study of the brain functional network of extraversion personality trait in healthy young adults. Neuroscience Letters, 570*, 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.04.006>

Xu, J., & Potenza, M. N. (2012). *White matter integrity and five-factor personality measures in healthy adults. NeuroImage, 59*(1), 800–807.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.07.040>