



# UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI MEDICINA E CHIRURGIA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN

PSICOBIOLOGIA E NEUROSCIENZE COGNITIVE

**L'EVOLUZIONE DELLA FACOLTÀ DI COSCIENZA:**

**DALLE ORIGINI DELLA CULTURA UMANA AGLI SVILUPPI**

**SPERIMENTALI E TEORICI DELL'ELABORAZIONE COSCIENTE**

Relatore

**Chiar.mo Prof. LEONARDO FOGASSI**

Laureanda

**ERIKA ZARA**

Correlatore

**Chiar.mo Prof. FAUSTO CARUANA**



## ABSTRACT

Il presente lavoro esplora il vasto e complesso campo dello studio della coscienza, analizzando la sua natura, le sue origini evolutive e il suo posto tra filosofia e religione. Inoltre, esplora come la nostra comprensione della coscienza sia evoluta storicamente, passando dai primi tentativi di comprenderla in termini psicologici fino agli attuali studi neuroscientifici. Immergendoci negli abissi del cervello, discuteremo le basi neurali di diversi stati di coscienza, dall'ordinario stato di veglia ai più enigmatici stati di incoscienza patologica e di sonno. Tramite gli studi presentati ci avvicineremo a una comprensione più profonda di come il cervello elabora le informazioni, sulle differenze tra elaborazione conscia e inconscia, e su come queste possano manifestarsi nei disturbi dell'accesso cosciente. Un'attenzione particolare viene poi dedicata agli stati alterati di coscienza, come la meditazione, i sogni lucidi e l'ipnosi, cercando di decifrare le loro peculiarità neurali. Infine, affronteremo le principali teorie che tentano di spiegare il fenomeno della coscienza, mettendole a confronto per evidenziare i punti di forza e le lacune di ciascuna. In conclusione, il lavoro offrirà uno sguardo alle prospettive future nel campo della ricerca sulla coscienza, suggerendo nuove direzioni e possibili sviluppi per una comprensione ancora più profonda di questo affascinante enigma.



## INDICE

### Capitolo 1 - INTRODUZIONE ALLO STUDIO SULLA COSCIENZA

1.1 Definire la coscienza.....	1
1.2 La coscienza come prodotto evolutivo.....	3
1.3 La coscienza tra filosofia e religione.....	6
1.4 Lo studio della coscienza nella storia.....	8
1.5 Primi approcci allo studio della coscienza in psicologia.....	10

### Capitolo 2 – FENOMENOLOGIA E BASI NEURALI DELLA COSCIENZA

2.1 Lo stato di veglia e le sue basi neurali.....	13
2.1.1 Gli stati di incoscienza patologici.....	15
2.1.2 Il sonno.....	17
2.2 L' accesso cosciente.....	19
2.2.1 L'elaborazione inconscia e i disturbi dell'accesso cosciente.....	22
2.2.2 L'elaborazione inconscia studiata in laboratorio.....	24
2.2.3 Le basi neurali dell'elaborazione conscia: le firme neurali.....	29
2.3 L' autoscienza e le sue basi neurali.....	32
2.3.1 Gli stati alterati di coscienza .....	34
2.3.1.1 Stati alterati di coscienza: la meditazione.....	35
2.3.1.2 Stati alterati di coscienza: il sogno lucido.....	38
2.3.1.3 Stati alterati di coscienza: lo stato ipnotico.....	41

### Capitolo 3 – LE TEORIE DELLA COSCIENZA..... 46

3.1 Confronto tra teorie.....	56
-------------------------------	----

### Capitolo 4 – CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE .....57

BIBLIOGRAFIA.....	63
-------------------	----



## CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE ALLO STUDIO DELLA COSCIENZA

### **1.1 Definire la coscienza**

La coscienza può essere generalmente definita come la facoltà che ci rende consapevoli riguardo il nostro sé e l'ambiente nel quale siamo immersi (Cohadon e Salvi, 2003). La coscienza di sé (autocoscienza) riguarda la capacità di riconoscere sé stessi come soggetti distinti dagli altri e dall'ambiente, di avere una rappresentazione di sé e di riflettere sui propri pensieri, sentimenti ed esperienze. La coscienza di sé è quindi una forma di autoconsapevolezza, che implica sia un aspetto cognitivo che uno emotivo. Invece, la coscienza intesa come consapevolezza del mondo esterno è la capacità di percepire e comprendere la realtà che ci circonda. Questa ci permette di distinguere noi stessi dagli altri e dalle cose e di interagire con l'ambiente in modo adeguato. È una funzione psichica che si basa su diversi processi cognitivi, come l'attenzione, la memoria, il linguaggio, il pensiero e il giudizio. La coscienza del mondo esterno è influenzata anche da fattori emotivi, motivazionali e sociali, che possono modulare la nostra interpretazione e valutazione della realtà (Damasio, 2010). Nel suo complesso quindi, la coscienza ci permette di agire per conto di noi stessi e di relazionarci con altri e di rispondere agli stimoli che ci circondano (Cohadon e Salvi, 2003). Presa in considerazione questa prima divisione è importante evidenziare che il termine viene impiegato per denotare diverse sfaccettature del fenomeno e che il suo significato cambia a seconda del contesto in cui è utilizzato. Dehaene (2014) individua i diversi utilizzi

del termine individuando la sua accezione transitiva, intransitiva, e il significato che assume in riferimento allo stato soggettivo.

Il termine di coscienza con accezione transitiva si riferisce all'atto di essere consapevoli di uno stimolo o di un'informazione. In questa definizione, ciò che emerge con forza è l'idea di un accesso cosciente, un processo attraverso il quale le informazioni si trasformano in elementi di consapevolezza attiva nella nostra sfera cognitiva. Questo tipo di coscienza rivela l'aspetto partecipativo e coinvolgente nell'atto di prendere coscienza di qualcosa (Dehaene, 2014). È bene sottolineare che prerequisito della percezione cosciente è l'attenzione. La presenza di stimoli da sola non garantisce che ci sia un accesso cosciente, solo quando l'attenzione è orientata verso lo stimolo essa può accedere alla coscienza (Dehaene e Naccache, 2001).

Invece il termine coscienza nella sua accezione intransitiva si riferisce al concetto di veglia e a quello di vigilanza. La veglia rappresenta uno stato in cui diversi livelli di attività mentale sono presenti. Tuttavia, questo stato è solitamente compromesso durante il sonno, l'incoscienza o in situazioni di anestesia totale. La vigilanza invece si riferisce al livello di attivazione neurale che sottende lo stato di veglia (Dehaene, 2014).

Infine, il termine coscienza può essere utilizzato per intendere lo stato soggettivo che rappresenta l'esperienza dell'io e della propria identità. In questa dimensione, la coscienza è intesa come il luogo in cui si intrecciano pensieri, emozioni e percezioni, plasmando il nostro sé. È il luogo in cui si dipana il dialogo interno, si forgiavano le convinzioni e si definiscono le connessioni tra sé stessi e gli altri (Dehaene, 2014).



## **1.2 La coscienza come prodotto evolutivo**

La coscienza umana è ancora oggi un fenomeno complesso, che sfugge a spiegazioni scientifiche definitive. Nel corso del tempo, numerosi studiosi hanno sostenuto l'arduo compito di delineare i meccanismi e le ragioni sottostanti al processo evolutivo mediante il quale la coscienza si è manifestata nell'essere umano.

Un approccio per studiare l'emergere della coscienza nell'uomo è stato proposto dagli anestesisti George Mashour e Michael Alkire. Per studiare questo fenomeno gli autori hanno creato un modello sperimentale basato sulla misurazione della funzionalità neurale dell'individuo nel momento in cui la coscienza emerge dall'incoscienza dopo l'anestesia totale (Mashour e Alkire, 2013). Durante l'anestesia totale, gli anestetici provocano un sonno artificiale talmente profondo che permette di affrontare qualsiasi intervento chirurgico senza avvertire alcun dolore, senza muoversi né ricordare quanto accaduto. Quando l'effetto degli anestetici si attenua, la persona inizia a riprendere lentamente le funzionalità della coscienza. Dalle loro osservazioni gli studiosi hanno osservato che i meccanismi neurofisiologici di base che supportano l'emergere della coscienza nell'uomo si ritrovano nel cervello di altri vertebrati. Da questi risultati i due scienziati affermano che la coscienza, intesa come capacità di sperimentare il mondo, è presente in varie specie di vertebrati e che di conseguenza probabilmente potrebbe essere emersa anche prima dell'*Homo sapiens* (Mashour e Alkire, 2013). Attualmente esistono diverse tesi sull'esistenza e la natura della coscienza negli organismi non umani, come i mammiferi, i vertebrati inferiori e gli invertebrati. Studiosi come Weiskrantz, Davies e Povinelli hanno indagato le capacità cognitive degli animali, sollevando interrogativi sulla coscienza e sulla sua manifestazione in diverse specie

(Weiskrantz & Davies, 2008; Povinelli & Giambrone, 2000). Per alcuni studiosi alcuni animali non solo sarebbero consci del mondo esterno, ma avrebbero anche una rudimentale forma di autoscienza (Allen e Trestman, 2017).

Tuttavia, nonostante l'autoscienza possa essere presente in alcune specie animali, nell'essere umano essa assume un'ampiezza e una profondità unica. L'autoscienza umana non solo comprende la percezione riflessiva del proprio stato mentale e dell'identità, ma è intrecciata con capacità cognitive avanzate, come la riflessione critica, l'elaborazione simbolica e la pianificazione futura. Queste funzioni, uniche nell'uomo, contribuiscono a livelli di complessità dell'autoscienza irraggiungibili per gli animali.

Peter Gärdenfors, uno psicologo e filosofo svedese noto per il suo lavoro nel campo della cognizione e della storia dell'evoluzione, nel suo libro "How Homo Became Sapiens: On the evolution of thinking", e in "The Conceptual Mind: new Directions in the Study of Concepts" cerca di spiegare come la coscienza umana si sia evoluta nell'uomo. L'autore distingue tra due tipi di coscienza: l'autoscienza, ossia le percezioni del mondo interiore e le riflessioni, ossia le percezioni del mondo esterno. L'autore suggerisce che l'essere umano sia l'unico tipo di animale dotato di una complessa capacità di autoscienza, e poiché è dotato sia di questa che della capacità di riflettere, egli può comunicare questi stati ad altri conspecifici, e quindi diventare consapevole del mondo interiore altrui. Tale capacità avrebbe conferito un vantaggio adattativo agli individui e quindi si sarebbe evoluta nell'uomo.

Anche Ledoux cerca di spiegare come la coscienza si sia evoluta e perché essa abbia aumentato le possibilità di sopravvivenza della nostra specie. Lo studioso ritiene che essa si sia evoluta nell'uomo attraverso una serie di cambiamenti nel cervello.

Questi cambiamenti avrebbero portato allo sviluppo di nuove capacità, come la capacità di riconoscere un pericolo, reagire a esso nel modo più appropriato e memorizzare l'evento. Questi cambiamenti sarebbero avvenuti grazie allo sviluppo dell'amigdala, coinvolta nella percezione e nell'elaborazione delle emozioni, dell'ippocampo, una struttura cerebrale coinvolta nella memoria e nell'apprendimento, e la corteccia prefrontale, che si trova nella parte anteriore del cervello. La corteccia prefrontale è coinvolta nella pianificazione, nel controllo degli impulsi e nel pensiero astratto. Questi cambiamenti nel cervello avrebbero permesso all'uomo di sviluppare una coscienza più complessa e sofisticata rispetto a quella rudimentale delle altre specie animali aumentando le chance di sopravvivenza (LeDoux, 2020).

Infine, Dehaene (2014), nella sua teoria dello spazio di lavoro neuronale globale, afferma l'importanza dello sviluppo di alcune aree nella formazione della coscienza nell'uomo. In particolare, la corteccia prefrontale, la più recente nel cervello dell'uomo, possiede delle numerose connessioni a lungo raggio e, in collaborazione con aree di ordine superiore, consente di manipolare l'informazione, permettendoci di prendere decisioni. Grazie a questo meccanismo l'uomo si è reso indipendente dal presente, è diventato capace di ricordare il passato e di fare previsioni sul futuro. Per l'autore queste capacità si sono evolute perché hanno prodotto dei grandi vantaggi evolutivi in termini di sopravvivenza. Una delle funzioni più importanti emerse con lo sviluppo della corteccia prefrontale sarebbe la memoria di lavoro. Questa funzione è infatti in stretta relazione con vari aspetti della coscienza, essendo alla base della nostra capacità di mantenere informazioni nel tempo e nell'analizzare l'azione, con l'obiettivo di utilizzarla per i nostri scopi (Dehaene, 2014). La capacità di trattenere l'informazione cosciente nella nostra specie ha

permesso, assieme allo sviluppo del linguaggio, di condividere le informazioni, e ha permesso di conseguenza la cooperazione tra individui, la creazione di una coscienza collettiva e l'affiorare della civiltà umana.

### **1.3 La coscienza tra filosofia e religione**

Sin dall'antichità il tema della coscienza ha attirato l'attenzione di studiosi religiosi e filosofi. Nel contesto religioso la coscienza ha assunto significati diversi, ma principalmente nella sua accezione legata alla morale, alla fede e alla salvezza eterna. Il fenomeno ha stimolato la riflessione filosofica su temi come l'esistenza di Dio, il rapporto tra fede e ragione, il senso della vita, la morale, il destino dell'uomo. Molti filosofi si sono ispirati alle dottrine religiose o hanno cercato di conciliarle con le proprie teorie.

Nel medioevo, nella cultura occidentale, erano motivo di profonda riflessione la coscienza umana e quella divina, il problema del libero arbitrio e della predestinazione e la distinzione tra fede e ragione. Tra i filosofi che si occuparono di questi argomenti, in relazione alla dottrina cristiana, possiamo citare Agostino d'Ippona e Tommaso d'Aquino. Agostino d'Ippona sosteneva che la coscienza fosse una testimonianza interiore della presenza di Dio nell'anima umana, e che essa fosse in grado di conoscere le verità eterne grazie alla luce divina.

Tommaso d'Aquino, seguendo Aristotele, riteneva che la coscienza fosse il risultato dell'attività dell'intelletto umano, che poteva conoscere sia le verità naturali sia le verità rivelate da Dio (Gilson e Langan, 1988).

Oltre al cristianesimo e alle sue derivazioni filosofiche, l'argomento della coscienza era centrale anche nella dottrina di altre religioni. Nell'islam, ad esempio, la dottrina si basa sull'idea dell'esistenza di un unico dio, Allah. In questo contesto la coscienza è vista come un dono di Allah all'uomo, e permetterebbe all'essere umano di scegliere tra il bene e il male. Nell'Islam la coscienza è anche una responsabilità, in quanto l'uomo deve rendere conto delle sue azioni davanti a Allah nel giorno del giudizio finale (Nasr, 2007).

Anche nel buddismo la coscienza assume un significato importante. Essa è vista come un flusso di stati mentali che emergono e cambiano in risposta alle esperienze e alle condizioni. Questo flusso è influenzato dall'illusione (maya) e dall'ignoranza (avidya), che ostacolano la comprensione profonda della realtà (anatta). Essa non è vista come una sostanza permanente né un'entità separata dal corpo. Nella dottrina, solo attraverso la meditazione e la saggezza (prajna) si può raggiungere la liberazione dalla sofferenza (dukkha) e l'illuminazione (bodhi). L'illuminazione, nel contesto del buddismo, è uno stato di profonda comprensione e saggezza che porta alla cessazione della sofferenza e alla liberazione dal ciclo del samsara, ossia il ciclo di nascita, morte e rinascita. Questo stato è anche conosciuto come "nirvana". L'illuminazione rappresenta il raggiungimento del più alto livello di consapevolezza e comprensione della realtà. (Williams, 2008).

#### **1.4 Lo studio della coscienza nella storia**

Le prime riflessioni e i primi tentativi di spiegare il fenomeno della coscienza si possono rintracciare nell'antichità e ne possiamo trovare traccia già nell'antica Grecia. Per esempio, il filosofo Platone sosteneva che essa fosse il risultato dell'interazione tra l'anima razionale e le altre due parti, quella irascibile e quella concupiscibile (Platone, 2018). Nella teoria di Platone l'anima razionale rappresenta la sfera dell'essere interiore associata al pensiero critico, alla logica e all'elaborazione intellettuale. Questa componente è responsabile della contemplazione, dell'analisi ragionata e dell'atto decisionale e aspira al conseguimento della conoscenza, della verità e alla comprensione delle forme ideali e dei principi universali. L'anima irascibile, invece, costituisce il substrato emotivo delle emozioni quali l'ira, la rabbia, il coraggio e la determinazione. È la porzione che risponde alle sfide e alle minacce esterne. Infine, l'anima concupiscibile è connessa ai desideri di natura fisica e materiale, tra cui la fame, la sete, il desiderio sessuale e altre spinte istintuali. Secondo la visione platonica, la parte razionale dell'anima è considerata il nucleo della coscienza e della ragione. È il compartimento in grado di contemplare, ragionare e compiere scelte consapevoli e di contenere e indirizzare attraverso la ragione le altre due anime, affinché operino in armonia con il bene globale dell'individuo. Pertanto, dalla prospettiva platonica, la componente razionale dell'anima corrisponde all'essere cosciente. Anche Ippocrate (460- 377 a.c) fa riferimento alla coscienza. Nel suo trattato intitolato "La malattia sacra" parla di come durante l'epilessia, il cervello sembra comportarsi in modo indipendente dalla volontà del paziente. Questo passaggio rappresenta uno dei primi accenni all'idea di funzionamento inconscio nella storia della medicina (Dehaene, 2014). Secondo Aristotele, come riportato dalla traduzione di Movia

(2001) l'anima corrisponde alla forma del corpo, e la coscienza è una funzione dell'anima vegetativa, sensitiva e intellettuale (2001<sub>[LF1]</sub>).

Alcuni riferimenti al fenomeno della coscienza possono essere ritrovati anche nell'antica Roma. Il medico Galeno (129-200 a.c) e il Filosofo Plotino (204-270 a.c), che avevano studiato da Ippocrate, affermavano l'esistenza di una parte cosciente e una incosciente della nostra mente. Entrambi si erano accorti, ad esempio, che alcune delle attività che normalmente svolgiamo tutti i giorni, come per esempio camminare e respirare, vengono svolte automaticamente, senza che vi si presti attenzione (Dehaene 2014).

Riferimenti più recenti alla differenza tra conscio e inconscio si ritrovano nel XI secolo, quando lo scienziato arabo Alhazen (965 - 1040 a.c), comprese che l'occhio è un organo ricevente, suscettibile a delle illusioni percettive. Postulò quindi che ci sono dei processi automatici di inferenza inconscia, e che per questo motivo non sempre abbiamo il controllo della nostra coscienza (Howard, 1996; Dehaene, 2014).

Durante il Rinascimento e l'Illuminismo, la coscienza fu oggetto di un rinnovato interesse da parte dei filosofi e dei naturalisti, che si occuparono anche del problema della motivazione che guida i nostri comportamenti. Alcuni di loro, come Agostino e Cartesio, notarono che i nostri comportamenti sono spesso guidati da meccanismi e desideri inaccessibili all'introspezione (Rogers, 2014). Cartesio, inoltre, propose il celebre principio "cogito ergo sum", secondo cui la coscienza è la prova dell'esistenza del soggetto pensante (Cartesio, 1641). Locke, invece, definì la coscienza come "la percezione che la mente ha di ciò che fa o soffre in ogni istante" (Locke, 1690). Hume, infine, negò l'esistenza di un io sostanziale e sostenne che la coscienza è solo un flusso di impressioni e idee associate tra loro (Hume, 1739).

Nel totale, le riflessioni di questi pensatori hanno gettato le basi per l'approfondimento della natura complessa della coscienza umana.

### **1.5 Primi approcci allo studio della coscienza in psicologia**

Come abbiamo visto, la coscienza è stata sovrapposta a concetti di “anima” o “spirito” per un lungo periodo. Tuttavia, nel corso del XIX secolo, la coscienza iniziò ad essere studiata dagli psicologi dal punto di vista scientifico. L'emergere della psicologia sperimentale portò all'elaborazione di varie teorie sulla struttura e il funzionamento della mente. Wilhelm Wundt, ad esempio, fondò il primo laboratorio di psicologia a Lipsia nel 1879 e focalizzò la sua ricerca sui processi mentali elementari attraverso l'uso dell'introspezione (Wundt, 1874).

Alcuni studiosi tra cui i neurologi Marshall Hall (1790 - 1867) e successivamente Hughlings Jackson (1835 – 1911) invece si concentrarono sullo studio dei meccanismi automatici di movimento involontario e gettarono luce sulla comprensione dei comportamenti corporei contribuendo a delineare il sistema nervoso come un'entità gerarchicamente organizzata, responsabile della regolazione di funzioni sia automatiche e inconscie che volontarie (Dehaene, 2014). Tale sviluppo concettuale divenne fondamentale per la successiva comprensione della relazione tra processi mentali consci e inconsci nella genesi della coscienza.



Nella cultura di massa l'idea di una mente inconscia divenne celebre grazie a Sigmund Freud, il quale ebbe un ruolo fondamentale nell'elaborazione e nella diffusione del concetto attraverso le sue teorie e il suo lavoro nel campo della psicoanalisi (Gay, 1988). Tuttavia, diversi studiosi prima di Freud, tra cui gli psicosociologi Gabriel Tarde (1843 - 1904) e Pierre Janet (1859- 1947) postulavano l'esistenza di una vita mentale inconscia. Anche lo psicoterapeuta Henry Maudsley aveva precedentemente sottolineato l'esistenza di una vita mentale inconscia in grado di influenzare pensieri e azioni (Maudsley, 1868; Dehaene, 2014). In aggiunta a questi, James nel suo trattato di psicologia del 1890 affermava l'esistenza di meccanismi inconsci e non accessibili alla coscienza, che guidano fortemente le azioni e il comportamento umano (James, 1890; Dehaene, 2014). Sembra quindi che le affermazioni di Freud fossero solo speculative e già prima conosciute (Dehaene, 2014). Allo psicologo va riconosciuto però il merito della creazione di uno dei primi modelli di funzionamento della mente conscia e inconscia che ha influenzato fortemente gli studi successivi in questo campo.

Successivamente, nel XX secolo, la ricerca sulla coscienza si è arricchita di nuovi approcci e metodi. La psicologia cognitiva si è occupata di studiare i meccanismi mentali alla base delle funzioni cognitive superiori come l'attenzione, la memoria, il linguaggio e il pensiero (Neisser, 1967). Attualmente il panorama scientifico è caratterizzato dall'avvento delle neuroscienze cognitive e dall'adozione di metodologie innovative d'indagine, entrambi elementi che stanno notevolmente approfondendo la comprensione della coscienza. Nonostante ciò, la natura della coscienza rimane ancora al centro di un acceso dibattito e necessita di essere esplorato e compreso. Nel prossimo capitolo andremo ad approfondire gli studi, la

fenomenologia e le basi neurali della coscienza nelle sue varie sfaccettature, cioè lo stato di veglia, l'accesso cosciente, e l'autocoscienza.

### **2.1 Lo stato di veglia e le sue basi neurali**

Come precedentemente affermato, uno dei concetti di coscienza risiede in quello che viene definito stato di veglia. Durante lo stato di veglia la persona è completamente consapevole dell'ambiente circostante, è in grado di interagire con esso e di rispondere agli stimoli esterni. Questo stato rappresenta la condizione di attivazione normale del cervello e del sistema nervoso centrale ed è in contrasto con gli stati di sonno. Lo stato di veglia è caratterizzato da diversi pattern di attività EEG, che riflettono i differenti stati mentali che sperimentiamo. Durante lo stato di rilassamento ad occhi chiusi emergono le onde alfa. Queste onde sono relativamente lente e sono caratterizzate da una frequenza di 8-12 Hz. Quando vengono aperti gli occhi avviene una desincronizzazione ed emergono delle onde a bassa ampiezza e ad alta frequenza (12-30 Hz) chiamate onde beta, associate a uno stato di attivazione mentale (Brodal, 2019).

Attualmente l'origine delle onde EEG non è completamente chiara, tuttavia, è confermato il fatto che derivano dall'attività di neuroni talamocorticali. Questi generano dei potenziali d'azione che inviano alla corteccia attraverso massive connessioni talamocorticali aspecifiche, e possono scaricare ripetutamente (2-8 potenziali ad alta frequenza in sequenza) oppure inviare singoli potenziali d'azione con varia frequenza. La prima modalità di scarica sembra emergere durante la sincronizzazione EEG degli stati di sonno mentre la seconda modalità appare durante gli stati desincronizzati ad alta frequenza durante l'orientamento dell'attenzione, i movimenti oculari nel sonno REM, e sembra essere associata alla

trasmissione dei segnali periferici. La modalità di scarica è rappresentativa della comunicazione di segnali alla corteccia, Per esempio le informazioni che arrivano dai recettori periferici possono essere trasmesse solo attraverso il tipo di scarica a singolo potenziale d'azione (Brodal, 2019).

Il tipo di modalità di scarica viene deciso dalla formazione reticolare del tronco cerebrale, che con la sua azione modulatoria orienta il sistema nervoso verso diversi livelli di coscienza, da un'intensa allerta agli stati di rilassamento e al sonno. La stimolazione elettrica della formazione reticolare è associata a un aumento dell'attività corticale e aumento dell'attenzione e dell'allerta. Viceversa, una riduzione della sua attività, come dimostrato attraverso studi che sfruttavano le lesioni selettive, è stata associata allo stato di incoscienza. L'attività della formazione è quindi fondamentale per il mantenimento dello stato di veglia e la sua attività è prerequisito della coscienza. Inoltre, è alla base del sistema attivatore ascendente del tronco cerebrale, responsabile della focalizzazione dell'attenzione e l'inibizione su stimoli ed eventi sensoriali interni (Moruzzi & Magoun, 1949)

L'attivazione della corteccia da parte della formazione reticolare passa prima attraverso i nuclei talamici intralaminari, che sono i principali nuclei talamici aspecifici, e vanno a costituire una via reticolo-talamo-corticale.

I nuclei da cui partono i segnali di attivazione corticale si trovano nella giunzione tra mesencefalo e ponte, caratterizzati da fibre colinergiche vanno a proiettare sui nuclei talamici intralaminari. Oltre questa via indiretta esistono delle vie dirette alla corteccia con proiezioni che partono dai nuclei del rafe (serotonina), locus ceruleus (noradrenalina), e dall'area tegmentale ventrale del mesencefalo (dopamina), e dal nucleo tuberomammillare (istamina). Queste aree comunicano anche con il talamo e la loro stimolazione può produrre diversi effetti. Per esempio, i neuroni noradrenergici aumentano la loro attività prima e durante l'attenzione

focalizzata, mentre i nuclei del rafe sono più attivi durante il sonno. Le proiezioni istaminergiche invece possono portare i neuroni talamocorticali a cambiare la modalità di scarica. In totale sembra che cinque tipi di neuroni specializzati, attraverso l'influenza dei loro neurotrasmettitori esercitino una importante influenza sul talamo e la corteccia, modulando l'attenzione e lo stato di veglia. Nei compiti di attenzione focalizzata, sembra emergere che i neuroni colinergici contribuiscano alla precisione dell'esecuzione, i dopaminergici contribuiscano alla velocità dell'esecuzione mentre i neuroni noradrenergici siano in grado di ridurre l'effetto di distrattori. Infine, i neuroni serotoninergici contribuirebbero all'inibizione delle risposte impulsive (Brodal, 2019).

### **2.1.1 Gli stati di incoscienza patologici**

Classicamente la coscienza è definita come una condizione di veglia in cui il soggetto è recettivo, risponde agli stimoli ambientali in modo appropriato, è consapevole di sé e dell'ambiente esterno. Esistono diverse condizioni in cui questo normale stato mentale viene a mancare nelle sue diverse funzioni. Per esempio, a seguito di eventi tra cui traumi cranici, emorragie cerebrali, infezioni cerebrali, intossicazioni e carenza di ossigeno è possibile entrare in stato comatoso. Il coma è uno stato di incoscienza in cui il paziente sembra dormiente, e nel quale la persona non è in grado di risvegliarsi neanche a seguito di stimolazioni sensoriali esterne. Questo stato è dato tipicamente da una lesione della formazione reticolare. La sua

prognosi varia in base all'entità del danno: alcuni pazienti escono dal coma, altri ci rimangono a vita (stato vegetativo), altri invece dopo alcune settimane entrano in uno stato di minima coscienza. In quest'ultimo stato è possibile osservare il paziente aprire gli occhi spontaneamente o in risposta a forti stimolazioni. Tuttavia, non è in grado di rispondere alla stimolazione esterna e non è ancora chiaro se e in che misura possa percepire ed essere cosciente delle stimolazioni del mondo esterno (Brodal, 2019). In uno studio famoso condotto in fMRI un paziente in stato vegetativo mostrava attivazioni in corteccia motoria e nelle aree del linguaggio quando gli si chiedeva di giocare a tennis e mentre era esposto a delle frasi. Dai risultati di questo esperimento non emerge tuttavia con chiarezza se queste attivazioni riflettano l'effettivo coinvolgimento della coscienza o solo attività residua della corteccia (Owen *et al.*, 2006).

Esistono anche casi in cui il paziente è pienamente in stato di veglia nonostante esso possa sembrare essere in stato di incoscienza. Questo è il caso della sindrome Locked-in, che si osserva a seguito di danni alle regioni ventrale del ponte e ai fasci piramidali e corticobulbari. In questa sindrome il paziente è incapace di muoversi o parlare, ma mantiene la consapevolezza di sé stesso e dell'ambiente esterno (Brodal, 2019).

### 2.1.3 Il sonno

Dal punto di vista fenomenologico, il sonno si manifesta con una riduzione della mobilità, una ridotta capacità di risposta alla stimolazione esterna, e uno stato di incoscienza reversibile. Classicamente esso si pone in contrapposizione allo stato di coscienza. La sua funzione non è ancora completamente chiara, per questo esistono diverse teorie che cercano di spiegarne il ruolo. Per esempio, le teorie recuperative sostengono che il sonno è necessario per ripristinare l'omeostasi compromessa dallo stato di veglia. D'altro canto, le teorie adattative concepiscono il sonno come un meccanismo evolutivo umano volto al risparmio energetico e alla riduzione dell'esposizione ai pericoli (Pinel e Barnes, 2018). Il sonno è classificato dalla American Academy of Sleep Medicine secondo criteri fisiologici, misurati con EEG, EOG ed EMG, in sonno NREM (diviso in stadi N1, N2, N3) e sonno REM. Questi stadi si alternano ciclicamente, progredendo da N1 a N3 e poi regredendo verso N1. Al termine di ogni ciclo si presenta lo stadio REM, con movimenti oculari rapidi. I cicli durano circa 90 minuti e si ripetono 4-6 volte per notte. La fase REM aumenta e le altre fasi diminuiscono con l'avanzare dei cicli. Esistono anche brevi periodi di veglia. (Pinel e Barnes, 2018) Lo stadio N1 mostra all'EEG onde beta (8-12 Hz) e theta (4-7 Hz) di ampiezza maggiore e frequenza minore rispetto alla veglia. All'EOG si rilevano movimenti oculari lenti e all'EMG una riduzione dell'ampiezza dei segnali. (Khalighi *et al.*, 2013) Lo stadio N2 presenta all'EEG onde theta alternate a complessi K (onde ampie e bipolari) e fusi del sonno (onde di frequenza 10-14 Hz) (Mak-McCully *et al.*, 2014). Di solito in questa fase sono assenti i movimenti oculari all'EOG, anche se possono essere identificati minimi spostamenti, mentre all'EMG si osservano ulteriori riduzioni di ampiezza. Lo stadio N3 o di sonno profondo è invece caratterizzato da onde delta

(< 4 Hz), l'abolizione del movimento oculare e un'ulteriore riduzione EMG. Infine, troviamo la fase REM dove emergono le onde beta e theta e dei veloci movimenti oculari. In questa fase è registrato il più basso livello di EMG dell'intero tracciato (Khalighi *et al.*, 2013), cioè si ha completa atonia muscolare.

Una regione cerebrale importante per il sonno è la formazione reticolare. Come precedentemente affermato, questa regione è formata da alcuni neuroni maggiormente coinvolti nel mantenimento dello stato di veglia e altri che invece favoriscono il sonno. I neuroni principalmente coinvolti nel mantenimento dello stato di veglia si trovano nel ponte, nel tegmento centrale del mesencefalo e nell'ipotalamo posteriore. Questi neuroni inviano degli impulsi che, passando dal talamo e dall'ipotalamo, arrivano in corteccia, formando il circuito conosciuto come sistema reticolare attivante. Invece, i neuroni che favoriscono il sonno sono concentrati nella linea mediana del tronco cerebrale, nella formazione reticolare midollare dorsolaterale e nell'ipotalamo-preottico anteriore (Izac, 2006). I due stati si alternano ciclicamente durante l'intero corso della nostra vita. I responsabili di questa alternanza sono i nuclei soprachiasmatici dell'ipotalamo. Essi sono le strutture anatomicamente correlate ai ritmi circadiani e regolano con quali tempistiche si svolgono i passaggi dallo stato di veglia a quello di sonno (e viceversa). Questi si trovano nell'ipotalamo ventrale anteriore e ricevono input diretti dalla retina tramite il tratto retino-ipotalamico, che trasmette informazioni sullo stato di luminosità dell'ambiente esterno implementando così quest'informazione nel meccanismo di regolazione. I nuclei soprachiasmatici poi proiettano a diverse aree cerebrali coinvolgendo altre regioni dell'ipotalamo, il tronco cerebrale, la ghiandola pineale e l'ipofisi. In questo modo questa struttura modula in modo diretto e indiretto i sistemi del tronco cerebrale che influenzano i



passaggi di stato di veglia e sonno (Izac, 2006). Anche se classicamente il sonno è definito come uno stato di incoscienza, alcuni nuovi studi suggeriscono che durante il sonno in fase REM è possibile integrare stimoli provenienti dall'ambiente percettivo esterno (Solomonova e Carr, 2019). Inoltre, in particolari tipi di sogni, detti sogni lucidi, i soggetti sono stati in grado di comunicare con gli sperimentatori durante il sonno, mettendo in discussione la classica definizione di sonno come stato di incoscienza (Konkoly et al., 2021)

## **2.2 L'accesso cosciente**

Nelle prime fasi degli studi scientifici sulla coscienza svolti in ambienti di laboratorio, l'attenzione è stata rivolta all'indagine dell'accesso cosciente. Studiare questo processo ha permesso agli studiosi di osservare e misurare come le informazioni provenienti dal mondo esterno diventano oggetto di percezione consapevole all'interno della mente umana. Questo focus ha consentito di indagare i meccanismi attraverso cui gli stimoli sensoriali vengono elaborati, filtrati e selezionati per entrare nella sfera della coscienza attiva, distinguendo delle soglie percettive in cui l'esperienza rimane inconscia.

Tra i metodi impiegati per studiare l'accesso cosciente troviamo la rivalità binoculare, metodologia in cui viene presentata un'immagine distinta a ciascun occhio e che determina un'esperienza percettiva in cui il soggetto vede in modo alternato le due immagini. Logothetis (1998) ha riportato la metodologia

d'indagine a delle scimmie, animali che sono soggetti all'illusione. Durante l'esperimento ha addestrato i primati a tirare delle leve in risposta a due immagini. Successivamente le immagini venivano mostrate nello stesso momento sfruttando la metodologia della rivalità binoculare, mentre veniva registrata l'attività elettrica neurale. I risultati hanno rivelato che l'illusione non era presente nella prima fase di elaborazione dell'informazione, quando erano attive solo le aree primarie della visione (V1 e V2). Invece, l'illusione emergeva in corrispondenza dell'attivazione della corteccia infero-temporale e del solco temporale superiore. La scoperta ha suggerito che la percezione visiva cosciente emerga dall'attività della corteccia visiva di ordine superiore ( Logotetis 1998, Dehaene, 2014).

L'accesso cosciente è stato studiato anche attraverso il metodo del blink attenzionale, che consiste nel creare una momentanea invisibilità di uno stimolo attraverso la saturazione temporanea dei processi che guidano lo stimolo all'accesso alla coscienza. Per esempio, Marti e colleghi (2012) hanno mostrato ai partecipanti delle lettere, precedute e seguite da dei numeri a distanza di tempo variabile. Il compito del soggetto era quello di individuare le lettere. I risultati hanno rivelato che quando le lettere erano mostrate a una distanza di tempo brevissimo una dall'altra, i soggetti erano in grado di vedere solo la prima lettera mostrata. Tuttavia, è emerso che anche le lettere non arrivate alla coscienza erano state elaborate dalla corteccia primaria. Questi risultati hanno dimostrato che in ogni momento possiamo elaborare solo un elemento cosciente alla volta. I processi che portano all'accesso cosciente sono troppo lenti per tenere il passo della velocità di presentazione di immagini nello schermo. Questo limite dà vita a quello che è stato osservato nello studio e viene chiamato "periodo di refrattarietà psicologica", cioè il periodo di tempo in cui l'elaborazione cosciente di ulteriori input è momentaneamente

soppressa. Anche quando due input sono simultanei, anche se l'esperienza soggettiva li fa percepire nello stesso momento, in realtà vengono elaborati in momenti separati per via dei limiti di elaborazione (Dehaene, 2014).

Inoltre, siamo in grado di rimanere inconsapevoli di stimoli presenti nell'ambiente anche per periodi di tempo molto più lunghi di quelli dettati dal periodo di refrattarietà psicologica. Infatti, il fenomeno della cecità disattenzionale, osservabile nell'esperimento di Simons e Chabris (1999) rivela quanto siamo inclini a diventare ciechi a cambiamenti evidenti nell'ambiente a causa della nostra concentrazione su aspetti specifici. In questo esperimento, i partecipanti guardavano un video in cui due gruppi di giocatori di pallacanestro si passavano la palla. A metà del video, un individuo vestito da gorilla attraversava il campo. La stragrande maggioranza dei partecipanti non notava la sua presenza. Questo esperimento mostra come le persone diventano cieche a cambiamenti evidenti nell'ambiente o negli stimoli a causa della loro concentrazione su altri aspetti.

Infine, la metodologia del mascheramento percettivo dimostra che quando viene presentato uno stimolo, come per esempio un'immagine per un breve lasso di tempo, meno di 40 ms, e questo è preceduto e seguito da stimoli che gli somigliano e lo mascherano, lo stimolo non raggiunge la consapevolezza. Tuttavia, se l'immagine viene esposta per 60 ms, anche se mascherata, questa viene riconosciuta dai partecipanti (Dehaene, 2014). Questa metodologia ha reso chiaro che esistono delle soglie temporali e dei limiti percettivi per i quali gli stimoli presenti nell'ambiente non raggiungono la consapevolezza.

Nel complesso, dalle evidenze sopra menzionate, emerge come solo una parte degli stimoli a cui siamo esposti riesca a raggiungere il livello di coscienza per via dei

limiti dei processi di elaborazione cosciente. Questi limiti impongono delle soglie temporali per le quali uno stimolo visivo deve essere mostrato se mascherato, e danno vita a dei periodi nei quali l'elaborazione cosciente può essere momentaneamente disabilitata. Inoltre, è emerso come sia possibile diventare completamente ciechi ad alcuni stimoli, anche se evidenti, per via del filtro dell'attenzione selettiva.

La funzione di filtro e selezione dell'attenzione opera in gran parte attraverso processi inconsci, e permette di creare un singolo pensiero cosciente alla volta. Anche se altamente selettivo, il filtro è anche incredibilmente aperto, e permette di passare continuamente dall'elemento soggetto alla nostra attenzione, ad altri elementi precoscienti, che rimangono in uno spazio mentale in cui sono elaborati ma in cui rimangono latenti (Dehaene, 2014).

### **2.2.1 L'elaborazione inconscia e i disturbi dell'accesso cosciente**

Uno dei fenomeni che portano all'incapacità di percepire coscientemente gli stimoli ambientali è la visione cieca, disfunzione che emerge in seguito a un danno alla corteccia visiva primaria. I soggetti affetti da visione cieca non sono in grado di vedere la parte di campo visivo che è elaborata da parte della corteccia distrutta. Tuttavia, in alcuni esperimenti è stato dimostrato che quando sono mostrati oggetti e lampi di luce a questi pazienti, essi sono in grado di indicarne esattamente la posizione nonostante affermino di non vederli (Weiskrantz, 1997). Studi successivi

condotti con tecniche di neuroimaging hanno dimostrato che gli stimoli mostrati attivano il collicolo superiore, centro fondamentale per la visione, i movimenti oculari saccadici e il riconoscimento spaziale, assieme ad altre aree superiori della corteccia visiva (Sahraie *et al.*, 1997; Dehaene 2014).

Un'altra disfunzione in cui si può osservare l'impossibilità di accesso cosciente ma che ha rivelato una certa capacità di elaborazione inconscia è l'agnosia visiva. In uno studio di caso singolo, una paziente a seguito di avvelenamento da monossido di carbonio aveva subito un danno alla corteccia visiva primaria bilateralmente. Dopo questo evento non era più in grado di riconoscere forme e orientamenti di linee. Tuttavia, era in grado di imbucare cartoline nelle fessure e di adattare la presa alle dimensioni degli oggetti. La sua capacità di compiere azioni motorie in relazione a oggetti visivi era intatta seppur la coscienza delle forme e dimensioni degli oggetti fosse assente. Goodale, l'autore che ha studiato il paziente, ipotizza che nonostante la distruzione della corteccia visiva, la corteccia parietale in collaborazione con quella occipitale erano in grado di estrarre informazioni sulle caratteristiche degli oggetti di cui la paziente apparentemente non era conscia (Goodale *et al.*, 1991). Tuttavia, nonostante gli sforzi di ricerca, attualmente non esiste una spiegazione definitiva per il fenomeno osservato.

Infine, troviamo il Neglect. Classicamente questa condizione emerge dopo un danno parietale destro e si caratterizza per l'impossibilità di prestare attenzione allo spazio controlaterale al danno cerebrale. Nonostante non ci siano danni alle cortecce visive i pazienti non sono consapevoli di quel che appare nel campo visivo controlaterale alla lesione. Tuttavia, come emerso dallo studio di Marshall e Halligan (1988), questi pazienti sono in grado di elaborare informazioni provenienti dal lato dello spazio negletto anche in mancanza di coscienza della visione. Nel loro

esperimento mostravano un'immagine con due case, una sopra l'altra. La differenza consisteva nel fatto che nella casa posta in basso del fumo usciva dalla finestra della sua parte sinistra. Nonostante il paziente riferisse di non vedere differenze tra le due case, quando gli si chiedeva di scegliere la casa in cui andare a vivere, sceglieva sempre quella superiore. Questa sarebbe una prova di elaborazione inconscia delle informazioni visive. Gli studi di neuroimaging hanno confermato l'attivazione di aree specifiche dell'elaborazione visiva, come quello per i volti, anche se i pazienti non erano consci della visione di questi stimoli perchè mostrati nel lato negletto (Vuilleumier *et al.*, 2001; Dehaene, 2014)

### **2.2.3 l'elaborazione inconscia studiata in laboratorio**

Nel paragrafo precedente abbiamo osservato come alcuni disturbi neuropsicologici siano caratterizzati dalla capacità di elaborare degli stimoli presenti nell'ambiente percettivo nonostante vi sia un'evidente incapacità di accedere coscientemente ad essi. Queste osservazioni hanno dato il via a una lunga serie di studi sui processi inconsci della nostra mente che hanno permesso la creazione di diverse metodologie per la loro indagine.

Una delle metodologie più utilizzate in questo campo di studi è il priming, o facilitazione subliminale. La metodologia consiste nel mostrare brevemente una parola o un'immagine per un brevissimo tempo in modo che non arrivi a essere elaborata coscientemente (stimolo subliminale), seguita da un elemento bersaglio che invece è mostrato per un tempo sufficiente per arrivare alla coscienza. Si è osservato in diversi studi che quando lo stimolo bersaglio corrisponde allo stimolo

subliminale, il simbolo bersaglio viene riconosciuto più rapidamente. Inoltre, è stato dimostrato che il riconoscimento non avviene a un livello puramente percettivo, ma a un livello superiore e astratto. Per esempio, quando viene mostrata una parola scritta in minuscolo come stimolo subliminale e poi la stessa parola scritta in maiuscolo come stimolo bersaglio, avviene la stessa facilitazione con gli stessi identici tempi di elaborazione (Kouider e Dehaene, 2014). Inoltre, il priming avviene anche quando due parole sono semanticamente correlate (Dehaene *et al.*, 1998). Questa metodologia di studio ha dimostrato che degli stimoli che non arrivano alla coscienza possono influenzare l'elaborazione del pensiero cosciente e sembrerebbero suggerire che il significato di una parola può essere elaborato dal cervello inconsciamente.

Su questo argomento, lo studio di Lewis (1970) aveva dimostrato che l'opinione di un ascoltatore durante una conversazione può essere condizionata da parole esterne alla conversazione alle quali il soggetto non presta attenzione (Dehaene, 2014; Lewis, 1970). Tuttavia, i risultati dell'esperimento non avevano convinto la comunità scientifica, infatti essi potevano non riflettere a tutti gli effetti l'elaborazione inconscia del significato delle parole, perché i partecipanti potevano aver diviso la loro attenzione, variabile che non era stata controllata.

Oltre a quello di Lewis, altri studi hanno indagato se effettivamente l'elaborazione semantica avviene anche in mancanza di consapevolezza. Marcel (1983), attraverso la metodologia del mascheramento, ha mostrato diverse parole (rosso e blu) in un breve periodo di tempo, al di sotto della soglia percettiva. Nonostante i partecipanti affermassero di non essere in grado di percepire la parola, quando erano sottoposti a un compito in cui dovevano scegliere una pezza del colore corrispondente, erano più rapidi, anche se in modo modesto, rispetto a quelli che erano stati esposti a una

parola che non aveva relazioni semantiche con il colore. Tuttavia, l'esperimento fu criticato, per la presenza di metodi inadatti nella misurazione delle variabili e per uno scarso controllo di esse (Dehaene, 2014; Marcel, 1983).

Successivamente, Greenwald (1996) ha cercato di dimostrare che il significato emotivo delle parole era elaborato inconsciamente. Nel suo esperimento veniva mostrato un *prime* nascosto che poteva essere congruente o incongruente con la parola stimolo. Il compito dei partecipanti era quello di giudicare le parole stimolo come emotivamente positive o negative. I risultati hanno mostrato una migliore risposta con gli stimoli preceduti da *prime* congruenti. Tuttavia, successivamente è stato dimostrato che l'effetto osservato non era dato dall'elaborazione semantica della parola. Infatti, siccome le parole *prime* erano utilizzate anche come stimolo, si era creata un'associazione del contenuto visivo tra le lettere delle parole e la parola "positivo" e "negativo". È per via di questa associazione che si osservava l'aumento di velocità della risposta. Come gli studi precedenti, questo esperimento dimostrava la presenza di percezione e elaborazione non cosciente ma non ancora che vi fosse un'elaborazione profonda del significato (Dehaene, 2014).

Alcune tra le prime conferme della capacità di elaborazione semantica inconscia arrivò dagli studi di Dehaene e il suo team (2002). Essi effettuarono un esperimento con la metodologia del mascheramento utilizzando come stimoli i numeri arabi e come *prime* le parole numeriche (es., uno, due, etc.). Nell'esperimento ai partecipanti veniva presentato un numero tra 1 e 9, escludendo il 5. Il compito era quello di confrontare il numero mostrato con il numero 5, e di premere uno dei due pulsanti, con la mano destra o sinistra, a seconda delle istruzioni ricevute. In una fase dell'esperimento, il pulsante destro doveva essere premuto quando i numeri erano superiori al 5 e il sinistro inferiori; in un'altra fase, le direzioni erano invertite.



Nel complesso, i risultati hanno rivelato che il priming aveva influenza sulla velocità di risposta, in particolare quando il numero priming e il target avevano una vicinanza numerica. L'esperimento ha dimostrato anche che l'effetto osservato non era influenzato dall'addestramento nel compito e da un possibile apprendimento associativo. Nel complesso le evidenze hanno rivelato la presenza di una capacità inconscia di elaborazione delle parole (Nacchache e Dehaene, 2001b).

Successivamente, venne dimostrata la capacità di elaborazione semantica inconscia anche al di fuori del dominio dei numeri (Van den Bussche et al., 2009), ed è stato scoperto che le regioni associate all'elaborazione semantica ed emotiva potevano essere attivate da stimoli nascosti (Naccache *et al.*, 2005).

Degli studi successivi hanno dimostrato che il nostro cervello è in grado di svolgere diverse computazioni inconsce oltre a quello del significato delle parole. Per esempio, siamo in grado di svolgere delle complesse computazioni protomatematiche anche senza consapevolezza. In un esperimento, ai partecipanti venivano forniti 4 mazzi di carte. Potevano pescare da tutti e quattro i mazzi. Le carte pescate potevano riflettere una vincita di denaro falso, oppure una perdita. Due mazzi portavano a enormi vincite all'inizio ma poi portavano a massicce perdite, mentre due davano vincite e perdite moderate. È stato osservato che anche se i soggetti non avevano coscienza delle peculiarità del mazzo, essi iniziavano a sudare nelle mani e la loro conduttanza cutanea cadeva. Tale evidenza fisiologica riflette una valutazione inconscia, probabilmente operata da circuiti specializzati della corteccia prefrontale ventromediale (Bechara *et al.*, 1997). Inoltre, è stato dimostrato che siamo in grado di effettuare delle valutazioni complesse inconsciamente. Nello studio di Dijksterhuis (2006) i partecipanti dovevano scegliere tra 4 marche di auto che si differenziavano per 12 caratteristiche. I partecipanti che si erano concentrati coscientemente sul problema per 4 minuti

facevano scelte peggiori di quelli che dovevano svolgere degli anagrammi e quindi erano stati distratti dal problema. Probabilmente l'attenzione inconscia che è abituata a elaborare più elementi alla volta è più efficiente dell'attenzione conscia che operando assieme alla memoria di lavoro ci permette di prendere in considerazione solo pochi elementi alla volta (Dijksterhuis *et al.*, 2006; Dehaene, 2014).

Un altro tipo di computazione che il nostro cervello svolge in assenza di consapevolezza è il calcolo matematico. Nell'esperimento di Van Opstal (2011) i partecipanti dovevano calcolare la media di alcuni numeri mostrati, tra cui 4 mostrati consciamente e 4 inconsciamente. Poi dovevano decidere se la media era maggiore o minore a 5. Le risposte erano altamente precise e tenevano in considerazione anche i numeri nascosti (Van Opstal *et al.*, 2011). Infine, è stato dimostrato che alcuni processi esecutivi come quelli di inibizione della risposta funzionano anche a livello non cosciente (de Lange *et al.*, 2010)

Complessivamente, gli esperimenti descritti dimostrano che la mente è in grado di effettuare un gran numero di elaborazioni inconsce, tra cui l'addizione numerica, la comprensione semantica delle parole, il problem solving, l'inibizione e la rilevazione degli errori. Cosa differenzia questo tipo di elaborazioni da quelle consce? Nel prossimo paragrafo discuteremo dei correlati neurali dell'elaborazione conscia e inconscia.

### 2.2.3 Le basi neurali dell'elaborazione conscia: le firme neurali

Grazie a tecniche di indagine come la risonanza magnetica funzionale (fMRI) e l'elettroencefalografia (EEG) è stato possibile definire delle “firme della coscienza”, cioè delle attivazioni neurali che indicano in modo estremamente affidabile che lo stimolo è stato percepito coscientemente. Dagli studi effettuati in questo campo, è emerso che specifici stimoli subliminali riescono ad essere computati dai circuiti specializzati per l'elaborazione di quello stimolo, arrivando fino all'elaborazione del loro significato. Tuttavia, quando lo stimolo diventa cosciente le attivazioni osservate sono qualitativamente diverse, infatti queste sono notevolmente amplificate nei circuiti specializzati e creano un picco di attivazione che, come una valanga, va a coinvolgere i circuiti prefrontali e parietali (Dehaene, 2014). Ciò è stato osservato sia con stimoli visivi (Grill- Spector *et al.*, 2000) che uditivi (Sadaghiani e Hesselman, 2009) e in compiti di inibizione motoria (Van Gaal *et al.*, 2010). Gli improvvisi picchi ad alta frequenza sono seguiti da un'attività sincronizzata tra aree cerebrali diverse, processo nel quale probabilmente avviene uno scambio di informazioni (Dehaene, 2014).

Un'altra firma neurale che accompagna l'attivazione appena descritta è stata rilevata attraverso l'uso della metodologia EEG, che ha permesso di studiare la differenza tra le attivazioni cerebrali quando venivano mostrate delle parole che rimanevano sotto la soglia di coscienza e quando le parole arrivavano alla coscienza. I risultati hanno mostrato un picco in corteccia prefrontale e in altre aree associative parietali intorno ai 300 ms, chiamata onda P3, che emerge in modo forte quando gli stimoli mostrati arrivano alla coscienza (Sergeant *et al.*, 2005). Successivamente Salti e colleghi (2012) hanno confermato la P3 come firma neurale dell'accesso cosciente. Nel loro esperimento 24 partecipanti sono stati

sottoposti a un compito di localizzazione forzata. In questo compito, venivano presentati una serie di stimoli visivi nascosti e no, in punti casuali dello schermo. I partecipanti dovevano indicare la posizione dello stimolo premendo un pulsante sulla tastiera del computer mentre veniva effettuata una registrazione EEG. I risultati dell'esperimento hanno mostrato che la P3 era presente anche quando lo stimolo non arrivava alla coscienza, ma in questo caso la sua ampiezza era estremamente ridotta, e il segnale si esauriva nelle aree posteriori. Invece, quando lo stimolo arrivava alla coscienza, l'onda P3 cresceva fino ad arrivare a un'ampiezza notevole che poi andava a coinvolgere globalmente il cervello e la corteccia prefrontale. Gli autori hanno interpretato il picco di attività come un segno di integrazione di informazioni sensoriali da diverse parti del cervello. In seguito, Del Cul e colleghi (2007) hanno mostrato alcuni stimoli visivi mascherati, con un ritardo tra la presentazione dello stimolo target e la presentazione della maschera variato in piccoli passaggi di 16 ms. I risultati hanno confermato che l'onda P3 che accompagnava la percezione cosciente degli stimoli mascherati era associata a un aumento di attività in una rete fronto-parieto-temporale ampiamente distribuita. Un'ulteriore firma della percezione cosciente è quella registrata da Gaillard e colleghi nel 2009. Nel loro studio condotto su pazienti epilettici in elettrocorticografia, gli studiosi hanno registrato l'attività elettrica cerebrale durante la presentazione di stimoli visivi nascosti tramite mascheramento e non. I risultati hanno mostrato che quando le parole erano codificate inconsciamente, si poteva osservare un piccolo aumento nell'attività gamma in diverse aree corticali, prevalentemente entro una finestra temporale precoce (<300 ms). Questa osservazione rifletterebbe una trasmissione unidirezionale dell'informazione che si dissipa rapidamente. In contrasto, l'elaborazione cosciente delle parole non mascherate era accompagnata da variazioni prolungate del potenziale di membrana,

soprattutto nella corteccia prefrontale e da notevoli incrementi di attività nella banda gamma in tutto il cervello che si manteneva in modo prolungata nel tempo rispetto all'attività osservata durante l'elaborazione non cosciente (Gaillard *et al.*, 2019)

Infine, un'ulteriore firma sembra emergere a circa 300 ms dall'esposizione a uno stimolo. Quando un'immagine è percepita incoscientemente sembra esservi una breve sincronia limitata nella parte posteriore della corteccia. Invece, quando l'immagine è riconosciuta coscientemente, è registrata una sostenuta sincronizzazione a lunga distanza caratterizzata dallo scambio di segnali reciproci. La sincronizzazione permette quindi la comunicazione e lo scambio di informazioni tra aree lontane (Rodriguez *et al.*, 1999).

In sintesi, dagli studi citati emergono diverse firme neurali. Uno stimolo che arriva alla coscienza, è accompagnato da un'onda di attivazione prima ben localizzata, ma che intorno ai 300 ms va a coinvolgere ampiamente l'intera corteccia andando a definire l'onda P3, che coinvolge le aree corticali anteriori. Questa attivazione provoca una sincronizzazione di diverse aree che si scambiano segnali reciproci, e un'amplificazione dell'attività gamma.

Tuttavia, queste evidenze non sembrano essere definitive e rimane ancora poco chiaro se i potenziali registrati siano riferibili inequivocabilmente all'accesso cosciente. Per esempio, Dembski e colleghi (2021) ritengono che la percezione cosciente inizi in modo anticipato (120-200 ms) dopo l'esposizione allo stimolo. Gli studiosi si basano su evidenze che collegano la coscienza percettiva a specifici potenziali di insorgenza precoce, noti come risposte di negatività della consapevolezza, mettendo in discussione l'attendibilità dei potenziali di insorgenza più tardiva, come la P3, precedentemente discussa. La suddetta negatività precoce, identificata da Dembski, è stata trovata sia in ambito visivo che uditivo, il che lo ha

portato a proporre l'esistenza di una risposta precoce universale che rappresenta chiaramente la coscienza percettiva. Attualmente il dibattito è ancora in corso e nuovi studi sono necessari per comprendere meglio le caratteristiche dell'accesso cosciente mediante queste tecniche.

### **2.3 L'autocoscienza e le sue basi neurali**

L'autocoscienza può essere definita come la capacità di un individuo di riconoscere e avere consapevolezza di sé stesso come entità distinta, separata dagli altri e dall'ambiente circostante. Questa comprende una rappresentazione interna di sé, la riflessione sui propri pensieri, emozioni ed esperienze (Dehaene, 2014). A livello neurale questa funzione sembra essere strettamente correlata all'attività della rete cerebrale chiamata default mode network (DMN). Tale rete è composta principalmente da precuneo, corteccia cingolata posteriore, corteccia prefrontale mediale, e dal lobulo parietale inferiore, coinvolgendo anche altre aree come la corteccia temporale laterale, la corteccia entorinale, l'ippocampo e il paraippocampo (Raichle *et al.*, 2001; Fox *et al.*, 2013).

Questa rete è attiva normalmente durante lo stato di veglia a riposo, cioè quando l'individuo non sta svolgendo alcun compito, e in processi di pensiero autoriferito, come per esempio in compiti di attenzione non focalizzata, nel processing di informazione centrata su di sé e nel divagare mentale o *mind-wandering* (De Pisapia, 2021) Inoltre, è attiva in processi connessi al costrutto del sé, tra i quali troviamo la teoria della mente, processi di decisione morale e viaggi mentali nel tempo (Lebdev, 2015).

L'importanza della DMN per l'autocoscienza è stata dimostrata dagli studi svolti sotto somministrazione di psilocibina, una sostanza psichedelica che sembra interrompere il normale funzionamento della rete e allo stesso tempo delle funzionalità legate al sé. Nel loro studio, Carhart-Harris e colleghi (2012), hanno osservato una diminuzione della connettività funzionale all'interno della DMN in riferimento al nodo della corteccia prefrontale mediale. In uno studio successivo (Carhart-Harris, *et al* 2016) hanno dimostrato che il farmaco induceva una perdita di integrità nella connettività funzionale all'interno della DMN, e che questa era significativamente correlata a dei particolari punteggi di dissoluzione dell'ego misurata attraverso il questionario VAS. Anche gli studi sulla meditazione sembrano indicare l'importanza di questa rete per il mantenimento di un sé coeso. Per esempio, lo studio di Garrison e colleghi (2015) condotto in fMRI ha rivelato che la meditazione con mantra riduce la connettività funzionale tra le regioni del DMN. Gli autori ipotizzano che questa riduzione possa riflettere una disintegrazione del sé durante la meditazione. Infatti, durante la pratica viene perso il senso di identità e ci si fonde con l'oggetto di attenzione (Garrison *et al.*, 2015).

### 2.3.1 Stati alterati di coscienza

Gli stati alterati di coscienza (ASC) comprendono un ampio e variegato insieme di stati mentali che possono essere indotti da diverse influenze, tra cui fattori fisiologici, psicologici, o farmacologici. Si differenziano dalla coscienza normale nello stato di veglia attraverso una deviazione dall'esperienza soggettiva e dal funzionamento psicologico tipici. Questa deviazione può manifestarsi in modi diversi, influenzando la percezione, il pensiero e la memoria.

Esistono diversi fattori che possono innescare ASC, essi includono riduzione o aumento degli stimoli sensoriali, stimolazioni ripetitive o monotone, intensa stimolazione sensoriale o emotiva, uso di sostanze, estrema stanchezza, concentrazione intensa e prolungata, e profondo rilassamento. Tali stati possono emergere nelle più svariate situazioni come per esempio durante interrogatori coercitivi, trance religiose e cerimonie tribali, oltre a momenti di profonda immersione in attività mentali come lettura, intensa concentrazione su un oggetto di attenzione, risoluzione dei problemi e meditazione (Ludwig, 1966, Vaitl *et al.*, 2005). Tra gli stati di coscienza alterati che hanno ricevuto maggiore attenzione da parte degli studi scientifici troviamo la meditazione, il sogno lucido e lo stato ipnotico.



### **2.3.1.1 Stati alterati di coscienza: la meditazione.**

Come abbiamo precedentemente affermato, negli ultimi anni, la ricerca sullo studio degli stati non ordinari di coscienza ha suscitato un crescente interesse tra gli studiosi. Tra questi, la meditazione ha sicuramente ricevuto una particolare attenzione; essa è una pratica che in generale mira a coltivare la consapevolezza, la concentrazione e uno stato mentale calmo. A seconda della pratica ci si concentra su un oggetto specifico, come il respiro o un mantra, oppure ci si focalizza sull'accettazione dei vari pensieri prodotti dalla mente. Fox e colleghi (2016) dividono i vari tipi di meditazione in quattro categorie, cioè la meditazione dell'attenzione focalizzata, la meditazione con recitazione di mantra anche detta trascendentale, la meditazione di monitoraggio aperto e la meditazione della gentilezza amorevole, (Fox *et al.*, 2016). La meditazione dell'attenzione focalizzata consiste nel concentrarsi su un oggetto specifico, come il respiro, e ignorare gli altri pensieri o stimoli. Questa pratica aiuta a migliorare la capacità di controllare l'attenzione e a renderla meno faticosa. Ha tre benefici principali: permette di monitorare dove si dirige l'attenzione, di eliminare le distrazioni e di riportare l'attenzione sull'oggetto scelto. Una sottocategoria della meditazione dell'attenzione focalizzata è quella che prevede la recitazione di un mantra, che consiste nel ripetere un suono o una parola per calmare la mente e concentrarsi. Questa pratica si differenzia da altre forme di meditazione focalizzata perché l'oggetto di attenzione è una produzione verbale volontaria, non una sensazione naturale o un oggetto esterno. La meditazione con i mantra ha anche dei correlati neurali distinti da altre pratiche simili, ma questi non sono ancora ben definiti. Questa forma di meditazione è nota anche come "Meditazione Trascendentale". La meditazione di monitoraggio aperto consiste nell'osservare i propri contenuti

mentali con un atteggiamento aperto e di accettazione, senza giudicarli o manipolarli. Questa pratica favorisce una consapevolezza del momento presente e delle sensazioni corporee, diversamente da altre forme di meditazione focalizzata che richiedono di concentrarsi su un obiettivo specifico. La meditazione di monitoraggio aperto può anche facilitare l'accesso a stati di consapevolezza non duale. La meditazione della gentilezza amorevole e della compassione consiste in pratiche che mirano a sviluppare la capacità di provare empatia e compassione per gli altri. Essa si concentra sulla generazione di sentimenti di gentilezza, amore e gioia verso sé stessi e gli altri, mentre la meditazione della compassione porta questa pratica un passo avanti, immaginando la sofferenza degli altri e coltivando atteggiamenti compassionevoli. Entrambe le pratiche condividono l'obiettivo di potenziare l'empatia e la gioia empatica, che sono abilità allenabili che aumentano il comportamento altruistico (Fox *et al.*, 2016). Nel totale queste pratiche inducono uno stato mentale che può essere definito come stato di coscienza migliorato (EMS). Tale stato è accompagnato da un'esperienza soggettiva caratterizzata da uno stato profondo di benessere, concentrazione, calma, distacco, intuizione, affetto, che può essere mantenuta per un tempo variabile in base all'esperienza del praticante (Nash e Newber, 2016).

Lo stato mentale migliorato è stato confermato anche a livello neurale da diversi studi che hanno mostrato differenza tra questo e il normale stato di riposo in veglia (Vaitl *et al.*, 2005; Bærentsen *et al.*, 2009). Gli stati di coscienza migliorata possono essere qualitativamente diversi e per questo ne possiamo distinguere tre categorie. Una di queste è lo stato cognitivo avanzato (ECS), uno stato di coscienza che si ottiene grazie a tecniche meditative che coinvolgono fortemente alcune funzioni cognitive. Esso si caratterizza per un'attività cerebrale aumentata in una o più aree

corticali del cervello che servono ai processi cognitivi superiori, come le aree del cervello che supportano il ragionamento verbale o i processi astratti. In particolare, la meditazione cognitiva diretta basata sulla concentrazione sembra aumentare il funzionamento nei lobi frontali, in particolare della PFC (Lazar *et al.*, 2000; Nash e Newber, 2016), mentre la meditazione buddista tibetana, che include la concentrazione su un oggetto visivo sembra aumentare il flusso sanguigno cerebrale nel PFC e nel giro del cingolo (Newberg *et al.*, 2001; Nash e Newber, 2016). La meditazione Vipassana sembra invece attivare la corteccia cingolata anteriore rostrale (ACC) e la corteccia prefrontale mediale dorsale in entrambi gli emisferi (Holzel *et al.*, 2007; Nash e Newber, 2016).

Un altro tipo di stato di coscienza migliorato è lo stato affettivo migliorato (EAS). Esso si ottiene con la pratica di tipi di meditazione in cui si provano sentimenti di gentilezza amorevole e compassione. Lutz (2008) lo descrive come uno stato in cui questi sentimenti pervadono la mente senza la presenza di pensieri discorsivi. Nel loro lavoro Nash e Newber (2016) riportano che queste pratiche attivano diverse regioni cerebrali coinvolte nella regolazione delle emozioni, negli affetti positivi e nella cognizione sociale e la loro attivazione unita a un intenso assorbimento nella pratica danno vita allo stato di coscienza affettivo migliorato. Ad esempio, durante la meditazione della compassione buddista tibetana, sono state osservate attivazioni distinte delle regioni limbiche, comprese l'insula, le cortecce cingolate e altre. Queste attivazioni sembrano riflettere la funzione e l'utilità della pratica meditativa, orientata alla regolazione emotiva (Lutz *et al.*, 2008).

Infine, esiste un ultimo stato di coscienza chiamato stato non cognitivo/non affettivo migliorato (NC/NA). Esso è molto difficile da definire poiché implica l'assenza di affetto e cognizione: uno stato vuoto senza contenuto fenomenologico. Questa nozione di vuoto si ritrova in diverse tradizioni spirituali/religiosi, ad esempio, Osho descrive il samadhi come uno stato in cui non c'è oggetto nella mente, nessun contenuto e in cui non si medita su nulla, ma si abbandona tutto. In questo stato di coscienza potenziato sembra aver particolare importanza il lobo parietale (Nash e Newber, 2016).

### **2.3.1.2 Stati alterati di coscienza: il sogno lucido**

Durante un sogno lucido (SL), la persona che sogna è consapevole di star sognando e può controllare il proprio sogno. L'emergere della consapevolezza può accadere in modo spontaneo, o può essere indotto da tecniche specifiche. Il livello di controllo del sogno, cioè la capacità della persona che sogna di modificare il proprio comportamento, la trama e l'ambiente del sogno, possono essere più o meno grandi a seconda dell'esperienza della persona con i sogni. La consapevolezza nel sogno, presente in antiche pratiche come la meditazione Śamatha e lo yoga del sogno orientale, è nota da millenni (Wallace, 2006). Aristotele ha menzionato il fenomeno nei suoi scritti nel IV secolo a.C., e Sant'Agostino ha raccontato un'esperienza di sogno lucido nel 415 d.C. (LaBerge 1988; Baird *et al.*, 2019). Nell'era moderna, la ricerca sul sogno lucido è decollata negli anni '70, guadagnando gradualmente sempre più attenzione da parte della comunità scientifica. Attualmente, il SL è considerato uno stato di coscienza di considerevole interesse per la ricerca

psicologica perché rappresenta uno stato unico che combina elementi sia del sonno che della veglia. Dal punto di vista neurale i pochi studi effettuati indicano un'enorme differenza tra lo stato di sonno REM classico e il sogno REM lucido. Dresler e colleghi (2012) hanno condotto uno studio di risonanza magnetica funzionale (fMRI) durante un sogno lucido su un partecipante che aveva almeno un sogno lucido a settimana. I risultati dell'esperimento hanno mostrato un aumento del segnale BOLD durante il sogno lucido in diverse aree, alcune delle quali sono associate al DMN, tra cui i lobi parietali inferiori bilaterali, il precuneo bilaterale e la mPFC. Inoltre, è stato osservato un picco di attivazione nella corteccia occipito-temporale basolaterale bilaterale, nella corteccia frontopolare sinistra, nella corteccia frontopolare/dorsolaterale destra, nel cuneo destro, nel campo oculare frontale sinistro e nella circonvoluzione linguale bilaterale. L'aumento dell'attivazione di queste aree potrebbe riflettere la riattivazione di alcune funzioni cognitive durante il sogno lucido, portando al recupero di capacità riflessive e metacognitive che sono di solito assenti durante il sogno normale. Uno studio successivo, quello di Baird e colleghi (2018), ha rilevato un aumento della connettività funzionale nel gruppo di lucidi sognatori frequenti quando la corteccia prefrontale anteriore sinistra (aPFC) è stata scelta come seme per la definizione della connettività. Le aree che hanno mostrato una connettività funzionale aumentata insieme all' aPFC sono i lobi parietali inferiori bilaterali, più precisamente nell'emisfero destro, la corteccia temporale media bilaterale e la circonvoluzione frontale inferiore destra. Inoltre, è stata osservata una diminuzione della connettività tra l'aPFC sinistra e l'insula bilaterale.

In breve, gli studi di Dresler e colleghi (2012) e Baird e colleghi (2018) hanno fornito alcune informazioni sulle basi neurali del sogno lucido. I risultati di questi studi suggeriscono che il sogno lucido è associato all'attivazione del DMN, di

alcune aree cerebrali come l'aPFC e i lobi parietali inferiori, e a delle variazioni nella connettività funzionale.

Da queste evidenze emerge come il sogno lucido possa fornire diversi spunti alla discussione sulla coscienza e porsi come ponte tra gli stati di coscienza tipici e quelli alterati. Infatti, il sonno è classicamente definito come uno stato inconscio. Tuttavia, durante gli stati di lucidità onirici la persona recupera le capacità metacognitive e di autocoscienza e diventa consapevole dell'esperienza che sta vivendo andando così contro le definizioni classiche del sonno. Inoltre, recenti studi hanno dimostrato la possibilità di comunicare con il mondo esterno durante un sogno lucido. Questo dimostra a tutti gli effetti che è possibile essere almeno in piccola parte consapevoli dell'ambiente esterno durante questo particolare stato di coscienza alterata (Konkoly *et al.*, 2021).

### **2.3.1.3 Stati alterati di coscienza: lo stato ipnotico**

L'ipnosi è una tecnica mediante la quale è possibile accedere a uno stato di coscienza alterato che si può caratterizzare in modo diverso in base ai suggerimenti offerti dall'ipnotista. Essa può essere definita come un'interazione sociale che coinvolge un ipnotizzatore e un soggetto ipnotizzabile. Nell'interazione, l'ipnotizzatore offre suggerimenti al soggetto al fine di portarlo in esperienze caratterizzate da alterazioni della percezione, della memoria e dell'azione volontaria. (Kihlstrom, 1985). Classicamente, esistono un'ampia varietà di suggerimenti che possono essere forniti durante la seduta ipnotica. Questi possono essere divisi in tre tipi.

I suggerimenti ideomotori, dove al soggetto ipnotizzato viene chiesto di eseguire un'azione specifica, come sollevare un braccio, in modo automatico, senza percepire un proprio sforzo volontario. Poi troviamo i suggerimenti di sfida, dove viene suggerita l'impossibilità di eseguire un'azione normalmente sotto il proprio controllo volontario, come piegare un braccio. E infine, i suggerimenti cognitivi, che inducono nel partecipante varie distorsioni cognitive o percettive, come l'amnesia selettiva, la riduzione del dolore e le allucinazioni. È importante notare che alcuni suggerimenti cognitivi contengono sfide, come nel caso dei suggerimenti di amnesia, dove al partecipante è richiesto di non ricordare informazioni specifiche (Kirsch 1998). I vari suggerimenti ipnotici sono accompagnati dal cosiddetto "effetto classico della suggestione", che consiste nella sensazione di involontarietà nella risposta alle suggestioni ipnotiche. (Bowers, 1981).

Tra le varie suggestioni ipnotiche, quelle che danno vita ai fenomeni più interessanti e che sono stati più studiati da parte della comunità scientifica riguardano le modifiche e alterazioni mnemoniche, la regressione d'età e alterazioni della

percezione. Di questi fenomeni alcuni sono stati confermati dagli studi scientifici, altri rimangono ancora controversi.

Per esempio, come riportato dalle review di Hilgard e Hilgard (1983) e di Mulyadi e Aristawati (2023), l'induzione ipnotica analgesica viene utilizzata nella pratica clinica per alcuni tipi di interventi chirurgici dimostrandosi uno strumento estremamente utile, sebbene non ancora ampiamente utilizzato.

Per quanto riguarda gli effetti sulla memoria, durante l'ipnosi emergerebbero fenomeni come l'amnesia post-ipnotica e l'ipermnesia ipnotica. L'amnesia post-ipnotica è il fenomeno per il quale i soggetti che sono stati precedentemente sottoposti all'ipnosi si ritrovano incapaci di ricordare gli eventi e le esperienze che sono avvenuti durante lo stato di trance. La condizione è reversibile e si verifica solo se è stata suggerita durante l'ipnosi (Kihlstrom, 1997; Mendelsohn, 2008). Gli studi hanno mostrato che l'amnesia post-ipnotica non ha impatto sulle capacità di apprendimento dei soggetti (Evans e Thorn, 1979) e che ci sia una dissociazione tra memoria esplicita e memoria implicita (Kihlstrom, 1980).

Invece l'ipermnesia ipnotica consisterebbe in un miglioramento della memoria e quindi una maggior capacità di ricordare dettagli di eventi passati durante lo stato di trance. Sebbene alcuni vecchi studi indichino che l'ipnosi possa aumentare la capacità di richiamo delle informazioni (Dhanens e Lundy, 1975; Reiser e Nielson, 1980), studi successivi dimostrano che in realtà lo stato di trance non è correlato ad aumenti nella performance mnemonica (Sloane, 1981; Kihlstrom, 1997) e che quel che aumenta invece è la creazione di ricordi falsi o inaccurati (Sanders e Simmons, 1983; Laurence e Perry, 1983). In generale è emerso che un aumento nella performance di memoria è possibile, ma questi possono essere attribuiti allo sforzo ripetuto di effettuare compiti di recupero (Erdelyi, 1994) e alla maggiore disponibilità a riportare i ricordi (Dinges *et al.*, 1992).



Infine, dei recenti studi si sono concentrati sull'apprendimento implicito durante la trance ipnotica, dimostrando che l'ipnosi può facilitare l'apprendimento di sequenze di stimoli visivi (Nemeth *et al.*, 2013; Coco *et al.*, 2019).

Un altro fenomeno inducibile attraverso l'ipnosi è la regressione d'età; durante questo stato mentale classicamente si crede che il soggetto torni indietro nel tempo, rivivendo esperienze passate, spesso nell'infanzia. Questo fenomeno sarebbe caratterizzato da tre diversi aspetti (Kihlstrom e Barnhardt, 1993). Il primo è l'ablazione, cioè la perdita di accesso al bagaglio di conoscenze e del repertorio di abilità caratteristiche dell'età cronologica dell'ipnotizzato, il secondo aspetto che è strettamente collegato al primo è la reintegrazione, cioè il ritorno a modalità arcaiche, o cronologicamente precedenti di funzionamento cognitivo ed emotivo. Il terzo aspetto è quello della rivitalizzazione, ovvero la capacità di rivisitare i propri ricordi, immergendosi nuovamente nel momento preciso in cui sono stati vissuti che porterebbe alla capacità di recuperare ricordi precedentemente inaccessibili.

Nel 1987, Nash ha pubblicato una revisione critica degli studi precedenti condotti su questo fenomeno, prendendo in considerazione diversi ambiti in cui è stata applicata l'age regression. Tra questi vi sono la reintegrazione dell'elettroencefalogramma (EEG) infantile, la reintegrazione dei riflessi infantili e l'eliminazione delle risposte condizionate apprese da adulti, il miglioramento del ricordo di eventi remoti, la reintegrazione dei processi cognitivi precedenti e del livello di intelligenza (IQ), i processi percettivi e i processi di personalità.

Nel complesso, la ricerca indica che la maggior parte dei risultati positivi riportati negli studi precedenti sul fenomeno dell'age regression è compromessa dalla mancanza di gruppi di controllo e dalla mancanza di controllo sul metodo di regressione. In dettaglio, solo cinque degli ottanta studi esaminati erano adeguatamente controllati e riportavano risultati positivi.

Tra questi ci sono gli studi di Wallace e colleghi (1978) e quello di Walker e colleghi (1976), che hanno evidenziato modesti effetti sull'aumento nella capacità di immaginazione eidetica, tipica dell'infanzia, ma solo in individui suscettibili e con alta capacità di memoria fotografica riportata già in infanzia. I risultati ottenuti da questi studi vengono spiegati meglio da Crawford e colleghi (1985). Gli autori suggeriscono che i risultati siano spiegabili da modalità alterate di elaborazione delle informazioni durante l'ipnosi e non dal fenomeno specifico dell'age regression.

Un altro studio che aveva mostrato dei risultati ottimistici era quello di Parrish e colleghi (1969). In questo era stato dimostrato un certo effetto dell'age regression sulla percezione dell'illusione di Ponzo. Tuttavia, i risultati non sono stati replicati in successivi studi (Nash, 1987). Infine, gli ultimi due studi che avevano mostrato risultati incoraggianti erano quelli relativi agli esperimenti di Nash, Johnson e Tipton (1979) e di Nash e colleghi (1985). Tali studi hanno rilevato che durante la regressione d'età erano presenti dei comportamenti che riflettevano un funzionamento della personalità infantile, misurati tramite la frequenza di scelta degli "oggetti di transizione" come definiti dalla psicologia classica. Tuttavia, successivamente Nash e colleghi (1986) hanno scoperto che la rievocazione degli oggetti di transizione non era accurata e specifica e non corrispondeva con il reale oggetto di transizione avuto in infanzia dai partecipanti.

In sintesi, dai risultati degli studi sulla regressione infantile, non sembra emergere una reale regressione infantile, intesa come un viaggio nel tempo verso l'infanzia o a un componente specifico della risposta infantile, ma a un effetto generale dell'ipnosi che porta a uno spostamento da modalità di pensiero logiche e organizzate dette anche "processi di pensiero secondari" verso modalità di pensiero più prelogiche e primarie chiamati "processi di pensiero primari" (Holt, 2008) che

non per forza corrispondono ai processi di pensiero infantili specifici dell'infanzia della persona ipnotizzata. Studi successivi hanno dimostrato una maggiore presenza di processi di pensiero primario durante la regressione d'età (Christensen, Barabasz e Barabasz, 2009; Gorgan *et al.*, 2017). Tuttavia, non è ancora chiaro se la modifica dei processi di pensiero sia dovuta specificamente all'ipnosi in regressione d'età o sia un effetto più generale dell'ipnosi.

Dal punto di vista neurobiologico, sembra che la corteccia prefrontale dorsolaterale sinistra ricopra una funzione molto importante nel fenomeno dell'ipnosi. Nello studio di Dienes (Dienes *et al.*, 2013), quando l'attività di quest'area veniva perturbata tramite l'applicazione della rTMS, i soggetti erano significativamente più inclini a entrare in stato ipnotico. Tuttavia, non sono ancora ben chiari i meccanismi alla base dei quali l'ipnosi opera. Come affermato nella meta-analisi condotta da Landry e colleghi (2017) molti studi di neuroimaging sull'ipnosi hanno portato a risultati discordanti a causa della diversità nella natura dell'ipnosi e delle metodologie utilizzate. I vari studi condotti fino a quel momento suggerivano che le reti cerebrali coinvolte nell'attenzione, nel controllo esecutivo e nel monitoraggio cognitivo fossero quelle più implicate nell'ipnosi. Tuttavia, l'analisi ha sorprendentemente rivelato che la risposta ipnotica è più fortemente correlata all'attivazione del giro linguale. Questo risultato ha suggerito un ruolo importante delle immagini mentali. Anche se ci sono alcune limitazioni nei risultati, lo studio suggerisce che dovrebbero essere considerate altre spiegazioni oltre al modello tradizionale dell'ipnosi basato su processi mentali superiori.

In generale, lo studio ha aperto a nuove vie per comprendere meglio l'ipnosi da una prospettiva scientifica. Allo stato attuale, lo stato ipnotico non è ancora stato pienamente spiegato e rimane avvolto dal mistero. La ricerca sta ancora cercando

di comprendere questo affascinante stato di coscienza, sia dal punto di vista fenomenologico che dal punto di vista delle basi neurali.

### Capitolo 3- LE TEORIE DELLA COSCIENZA

Negli ultimi anni, lo studio scientifico della coscienza si è concentrato sulla ricerca dei correlati neurali della coscienza (NCC), cioè i minimi set di eventi neurali sufficienti per uno stato cosciente. Tuttavia, nonostante la ricerca in questo campo abbia ottenuto una grande attenzione, la ricerca degli NCC ha incontrato alcune sfide, come la difficoltà di distinguere tra NCC veri e prerequisiti e conseguenze neurali della coscienza. In risposta a queste sfide, c'è stato un aumento dell'attenzione allo sviluppo di teorie della coscienza (ToC), che cercano di spiegare come la coscienza emerge dal cervello (Seth e Bayne, 2022).

Una delle più grandi sfide affrontate delle varie teorie è cercare di spiegare il divario esplicativo. Esso non è altro che la differenza tra le nostre spiegazioni fisiche della coscienza e la nostra esperienza soggettiva di essa. Per alcuni questo divario non sarebbe spiegabile perché l'esperienza di coscienza non sarebbe riducibile in termini fisici o funzionali. In generale, spesso le teorie si differenziano in base all'aspetto delle caratteristiche della coscienza che intendono spiegare e attualmente non c'è un consenso univoco su quali aspetti dovrebbero essere spiegati da una teoria completa (Seth e Bayne, 2022).

Uno degli aspetti principali in cui differiscono le teorie è nel focus sugli stati di coscienza, che possono essere divisi in stati locali e stati globali. Alcune teorie sono più focalizzate nello spiegare più uno stato che un altro.

Gli stati globali, spesso chiamati anche livelli di coscienza, sono caratterizzati da cambiamenti nell'intera esperienza soggettiva e determinano alterazioni nella reattività comportamentale e nell'attivazione. Ne fanno parte stati mentali come la veglia, il sonno, la sedazione, lo stato di minima coscienza e lo stato psichedelico (Bayne *et al.*, 2016; Seth e Bayne, 2022). Gli stati locali si riferiscono a particolari esperienze o contenuti coscienti all'interno della coscienza generale di una persona. Questi stati sono caratterizzati dalle qualità soggettive o "qualia" specifici associati a ciascuno di essi. Ciò che si prova in un determinato stato locale è unico e separato da ciò che si prova in un altro stato locale, a causa delle diverse qualità o caratteristiche soggettive associate a ciascuno di essi. Questi stati possono essere descritti su diversi livelli di dettaglio, a seconda di quanto sono approfonditi e specifici. Ad esempio, possono trovarsi sul livello delle caratteristiche percettive, coinvolgendo aspetti delle percezioni sensoriali, come il colore di un oggetto, il suono di una voce o l'odore di un fiore. Sono esperienze basate sui sensi. Il livello successivo è quello degli oggetti, esso coinvolge intere entità o oggetti nella percezione, come un volto familiare o un oggetto specifico, come una tazza. Infine, possono trovarsi al livello di scene percettive multimodali complete, dove lo stato è relativo a soggetti più complessi che combinano più modalità sensoriali contemporaneamente, come la percezione di una scena completa in cui vengono visti, sentiti e percepiti vari elementi simultaneamente. Inoltre, è importante notare che una parte significativa degli stati locali si riferisce alle caratteristiche soggettive dell'esperienza del sé. Questi stati includono l'umore, cioè come ci si sente emotivamente in un determinato momento, e le emozioni intese come esperienze emotive specifiche come la gioia, la tristezza o la paura. Ma anche l'esperienza del controllo o della volontà delle proprie azioni, la percezione del proprio corpo e della sua posizione nello spazio, l'esperienza di ricordare e il contenuto cognitivo, e gli

stati locali che coinvolgono pensieri, riflessioni durante un'attività cognitiva. È cruciale notare che questi stati locali non esistono in isolamento ma sono invece interconnessi e uniti come componenti di una singola "scena cosciente". Questa scena cosciente rappresenta l'intera esperienza soggettiva di un individuo in un dato momento e comprende tutti gli stati locali che stanno contribuendo a quell'esperienza (Seth e Bayne, 2022).

Una seconda distinzione tra gli aspetti indagati nelle teorie della coscienza è quella tra le proprietà fenomeniche della coscienza e le sue proprietà funzionali. L'aspetto fenomenico si riferisce all'esperienza soggettiva o alla qualità dell'esperienza cosciente. In altre parole, riguarda "ciò che è come" sperimentare qualcosa. Ad esempio, quando vediamo un oggetto, c'è un aspetto fenomenico nella nostra coscienza che riguarda l'esperienza visiva, come il colore, la forma e la sensazione di vedere quella tazza. Questo aspetto fenomenico è ciò che rende un'esperienza cosciente unica e personale. L'aspetto funzionale invece riguarda i ruoli o le funzioni che gli stati mentali coscienti svolgono nell'economia cognitiva di un individuo. In altre parole, come l'esperienza cosciente influisce sul comportamento e sul funzionamento cognitivo di una persona. Ad esempio, vedendo un oggetto siamo in grado di svolgere diverse azioni su di esso, memorizzare l'evento nella nostra memoria episodica e comunicare verbalmente l'esperienza agli altri (Seth e Bayne, 2022).

L'ultima distinzione riguarda due tipi di domande che una Teoria della Coscienza potrebbe affrontare riguardo agli stati locali, cioè i contenuti all'interno della coscienza. In primo luogo, si potrebbe chiedere perché un individuo si trova in uno stato locale specifico invece che in un altro. In secondo luogo, si potrebbe chiedere perché uno stato locale specifico ha le caratteristiche esperienziali che ha, invece di avere caratteristiche esperienziali di un tipo diverso. Per comprendere meglio

questa distinzione, prendiamo come esempio la rivalità binoculare, dove ciascun occhio riceve uno stimolo diverso. Come abbiamo visto nel capitolo 2, l'esperienza visiva alterna l'immagine dei due stimoli. In un dato momento la coscienza contiene l'immagine di una casa, mentre il volto non è percepito consapevolmente. In questo contesto, possiamo domandarci perché lo stato mentale associato alla "casa" è cosciente (mentre quello associato al "volto" non lo è), e possiamo anche chiederci perché l'esperienza visiva di una casa ha le caratteristiche esperienziali specifiche che ha, invece di avere le caratteristiche esperienziali di vedere un volto, ascoltare una campana o provare dolore, per esempio (Seth e Bayne, 2022).

La maggior parte delle teorie esistenti spiega solo alcuni aspetti della coscienza, e per questo le diverse ipotesi non sono per forza in competizione. Nella loro review Seth e Bayne (2022) cercano di chiarire il panorama delle varie teorie, tenendo conto solo di quelle che possono essere espresse in termini neurobiologici, individuando quattro approcci principali e confrontandoli tra loro. Le teorie discusse sono le teorie di ordine superiore, teorie del workspace globale, teorie della ricorrenza e del processamento predittivo e teoria dell'informazione integrata.

Le teorie di ordine superiore o Higher- Order Theories (HOT), affermano che la presenza di coscienza in uno stato mentale è dovuto alla presenza di una meta-rappresentazione sullo stato mentale stesso. Le meta-rappresentazioni sono rappresentazioni che hanno come oggetto le rappresentazioni stesse. Un esempio potrebbe essere una rappresentazione che contiene l'informazione "in questo momento sto leggendo un testo", la presenza di questa meta-rappresentazione sarebbe alla base dello stato di coscienza e della consapevolezza di star leggendo. Le varie teorie di ordine superiore differiscono tra loro per la visione della natura delle meta-rappresentazioni (Seth e Bayne, 2022). Alcune teorie identificano le meta-rappresentazioni come pensieri aventi un contenuto concettuale, altri come

computazioni. Queste teorie prevedono che la coscienza per via della sua natura meta-rappresentativa si basi sull'attività delle aree prefrontali, sebbene non ci sia accordo tra le teorie su una localizzazione specifica. Tale localizzazione sembra trovare supporto negli studi in pazienti che hanno riportato danni alle aree prefrontali metacognitive (Fleming *et al.*, 2014; Seth e Bayne, 2022).

Le teorie della "Global Workspace" (GWTs) prevedono che lo stato mentale cosciente sia uno stato mentale largamente accessibile a vari processi cognitivi come la memoria, l'attenzione, la valutazione e la capacità di comunicazione verbale e che questa accessibilità delle informazioni ai diversi sistemi specializzati sia alla base dell'esperienza cosciente. Una delle teorie più famose delle GWTs è quella dello spazio di lavoro globale o Global Neuronal Workspace theory (GNWS) proposto da Stanislas Dehaene e collaboratori (Dehaene, 2011). La teoria tiene conto del fatto che il cervello ha diverse decine di processori locali specializzati ognuno in diverse operazioni. Questi processori possono comunicare tra loro e condividere l'informazione che veicolano attraverso un sistema comunicativo chiamato appunto spazio di lavoro globale. Durante l'esperienza cosciente, in ogni istante, lo spazio di lavoro elegge un gruppo specifico di processori, crea una rappresentazione integrata delle informazioni, la mantiene attiva nella mente per un periodo variabile e poi la diffonde agli altri processori. Quel che succede a livello neurale durante uno stato mentale conscio è l'attivazione di aree specializzate e modulari per l'elaborazione di particolari tipi di informazione. Successivamente le informazioni arrivano nelle aree di ordine superiore, e nella corteccia prefrontale. La corteccia prefrontale è dotata di neuroni piramidali a lungo raggio che raggiungono le aree corticali parietali, temporali e la corteccia cingolata. Queste aree sono connesse tra loro in modo reciproco e inoltre hanno delle connessioni con



il talamo, implicato in vigilanza e attenzione, l'ippocampo, importante per le funzioni mnemoniche e i gangli della base. Nello specifico, il talamo, oltre a svolgere le sue funzioni di mantenimento della vigilanza e dell'attenzione, è un importante centro di smistamento, avendo diversi nuclei connessi ognuno con una parte diversa della corteccia.

L'ampia rete funzionale appena descritta, con particolare importanza attribuita alla corteccia prefrontale, sarebbe alla base della possibilità di condivisione delle informazioni a livello globale e rappresenterebbe i substrati neurali della coscienza (Dehaene, 2014).

Le GWTs si concentrano principalmente sugli aspetti funzionali della coscienza, e cercano di spiegare come le rappresentazioni raggiungano l'accesso cosciente. Inoltre, fornisce spiegazioni sulla correlazione tra coscienza e funzioni cognitive specifiche. Per esempio, l'attenzione è vista come un amplificatore dell'elaborazione degli stimoli ambientali e permette a queste informazioni di entrare nello spazio di lavoro. Infine, queste teorie spiegano i cambiamenti negli stati globali di coscienza come alterazioni del funzionamento dello spazio di lavoro (Seth e Bayne, 2022). Supporti empirici a questa teoria arrivano da studi che hanno correlato la presenza di coscienza alla trasmissione di informazioni a lunga distanza, e quelli che mostrano l'interessamento di hub fronto-parietali durante l'accesso cosciente, come riportato negli studi visti precedentemente nel paragrafo relativo all'accesso cosciente.

Invece, la teoria dell'informazione integrata (IIT) (Tononi, 2012), stabilisce delle basi fondamentali su come dovrebbe manifestarsi e operare la coscienza in qualsiasi sistema. In particolare, identifica certe proprietà che qualsiasi esperienza cosciente dovrebbe avere e poi esamina come queste proprietà si tradurrebbero o sarebbero

rappresentate nei sistemi fisici. Uno dei concetti chiave della IIT è che la coscienza non è solo una questione di quanta informazione un sistema può elaborare, ma anche di come questa informazione è integrata o unita all'interno del sistema. Per esemplificare questo punto, la teoria introduce una quantità chiamata  $\Phi$ , che serve per misurare l'integrazione dell'informazione. In sostanza, se un sistema elabora informazioni in modo che l'insieme del sistema genera più informazione di quanto farebbero le sue parti individualmente, allora ha un alto valore di  $\Phi$ . Se un sistema ha un elevato grado di informazione integrata - ovvero, un alto valore di  $\Phi$  - possiede una forma di coscienza. La precedente definizione spiega la coscienza a livello globale. A livello degli stati locali invece, IIT definisce le "strutture concettuali". Queste strutture sono viste come "forme" in uno spazio molto complesso, definito dalla maniera in cui il sistema interagisce internamente. Queste specifiche "forme" sono alla base delle diverse esperienze o sensazioni che proviamo. Per esempio, l'esperienza dell'aspetto spaziale della visione è collegata alla dinamica causa-effetto di certi meccanismi nel nostro cervello visivo, e il senso di unità nella nostra coscienza è legato al modo in cui l'informazione è integrata nel sistema con le altre informazioni (Tononi *et al.*, 2016; Seth e Bayne, 2022).

In sintesi, secondo l'IIT, la coscienza è direttamente legata alla complessità con cui un sistema fisico elabora le informazioni e alla maniera in cui queste informazioni sono interconnesse all'interno del sistema stesso. Inoltre, la teoria dell'informazione integrata sottolinea che la coscienza non è solo una proprietà emergente di determinati sistemi, ma piuttosto una caratteristica fondamentale e intrinseca di essi. Questo implica che la presenza della coscienza è determinata non solo dalla struttura interna del sistema, ma anche dal modo in cui questa struttura interagisce e cambia nel tempo.

In confronto a teorie come le HOTs e le GWTs, IIT lega la coscienza principalmente a specifiche zone del cervello situate nella parte posteriore, chiamate "zona calda posteriore". Questo perché queste aree associative sarebbero specialmente predisposte per produrre una grande quantità di informazione integrata. Il focus di IIT è sulla capacità di un sistema di influenzarsi da solo, senza soffermarsi troppo sul concetto di processamento delle informazioni come fanno le altre teorie. Nonostante l'IIT spieghi diversi aspetti, è ancora limitata nella spiegazione delle correlazioni tra il funzionamento della coscienza e delle funzioni cognitive (Seth e Bayne, 2022). Riguardo alle prove effettive, la parte più complicata per questa teoria è calcolare il valore di  $\Phi$ , dato che è una misura particolarmente ardua.

Sono stati creati diversi metodi approssimativi per stimare  $\Phi$ , e alcuni sembrano avere un buon potenziale seppure siano ancora metodi rudimentali. Per esempio, alcuni studiosi hanno introdotto un indice chiamato indice di complessità perturbazionale (PCI), che valuta la risposta del cervello sottoposto a stimolazioni magnetiche transcraniche e che permetterebbe di calcolare il valore di  $\Phi$ . Tuttavia, per ora rimane un metodo di misurazione abbastanza approssimativo. Altre prove riguardano evidenze che legano variazioni nella coscienza globale a minori varietà e capacità di integrazione nelle parti posteriori del cervello. Tuttavia, la validità delle ipotesi della teoria è messa in discussione dalle evidenze che dimostrano l'importanza delle aree anteriori per l'emergere della coscienza (Seth e Bayne, 2022).

Infine, troviamo le teorie della re-entry e dell'elaborazione predittiva. Sebbene non siano nate principalmente per spiegare l'emergere della coscienza, esse offrono numerosi suggerimenti su come essa potrebbe funzionare. Le due teorie hanno in comune l'enfasi sull'importanza dei segnali top-down nella formazione della percezione cosciente.

Le teorie del rientro propongono che i segnali top-down sono centrali alla percezione cosciente, in particolare nel contesto visivo. Il concetto di "re-entry" si riferisce a una forma di comunicazione bidirezionale e parallela tra diverse aree del cervello. Piuttosto che un semplice flusso unidirezionale di informazioni da una regione all'altra, la re-entry implica un intenso scambio di segnali avanti e indietro tra le aree coinvolte. Lamme (2010), attraverso la sua teoria della ricorrenza locale, suggerisce che i processi di re-entry all'interno delle corteccie percettive siano fondamentali per generare l'esperienza percettiva cosciente. Lamme afferma anche che per avere una comprensione completa e per utilizzare l'esperienza percettiva e integrarla nel ragionamento, è essenziale anche il coinvolgimento anche delle regioni parietali e frontali.

Le teorie dell'elaborazione predittiva invece postulano che il cervello opera costantemente per dedurre le cause dietro ai segnali sensoriali che riceve e si impegna in un continuo sforzo per minimizzare qualsiasi discrepanza o errore tra ciò che prevede e ciò che effettivamente percepisce. Questo processo di correzione può avvenire non solo aggiustando le aspettative interne, ma anche attraverso azioni che cercano di allineare l'input sensoriale con le previsioni fatte (Seth e Bayne, 2022). Le teorie dell'elaborazione predittiva si basano su due principali pilastri. Il primo vede la percezione come uno sforzo di comprensione delle cause dei segnali sensoriali. Il secondo si affida al principio della "libera energia", sottolineando l'importanza del controllo e della regolazione nei sistemi che rimangono organizzati nel tempo. Queste fondamenta portano alla conclusione che il cervello cerca di minimizzare gli errori nelle sue previsioni attraverso un processo che bilancia le previsioni e i feedback ricevuti. Inoltre, suggeriscono che il cervello può correggere i suoi errori di previsione non solo rivedendo le sue aspettative, ma anche attraverso

azioni concrete che allineano le previsioni con le reali percezioni sensoriali (Seth e Bayne, 2022).

Assieme, le teorie del rientro e dell'elaborazione predittiva vedono gli stati di coscienza locali come risultato del contenuto delle previsioni percettive, date dall'elaborazione ricorrente e dalle inferenze basate sulla "migliore ipotesi" riguardo a ciò che stiamo percependo. La visione sugli stati di coscienza globali invece non è esplicita, ma implicitamente emerge che i vari processi predittivi siano fondamentali per differenziare tra diversi stati coscienti.

Relativamente alla funzione della coscienza, sia l'elaborazione predittiva che le teorie della re-entry vedono un legame stretto tra coscienza e attenzione. Nella teoria della ricorrenza locale, l'attenzione amplifica i segnali sensoriali in modo da poter raggiungere specifiche regioni del cervello, facilitando la percezione cosciente. Nel contesto dell'elaborazione predittiva, l'attenzione agisce modulando l'importanza o la precisione dei segnali sensoriali, influenzando la loro percezione (Seth e Bayne, 2022).

Dal punto di vista empirico le teorie presentate sono supportate dagli studi che mostrano come le nostre aspettative influenzano sia ciò che percepiamo sia la rapidità con cui accediamo a queste percezioni (de Lange *et al.*, 2018; Pinto *et al.*, 2015) con alcune ricerche che fanno esplicito riferimento alla segnalazione dall'alto verso il basso (Hardstone *et al.*, 2021). Tuttavia, queste teorie potrebbero essere contraddette da evidenze che mostrano che tale segnalazione o l'elaborazione predittiva possano avvenire senza una consapevolezza cosciente, o che variazioni in questi processi non abbiano effetti sui nostri stati di coscienza.

### 3.1 Confronto tra teorie

Un primo aspetto in cui le teorie differiscono è l'unità della coscienza. Questa sottolinea come le esperienze che un individuo vive in un determinato momento sembrano sempre manifestarsi come parti di un'esperienza complessa e unificata. Nella visione della Teoria dell'Informazione Integrata (IIT) si attribuisce grande importanza all'unità. La teoria non solo presume che la coscienza sia sempre unificata, ma usa questa premessa per giustificare il legame della coscienza con i livelli massimi di informazione integrata e irriducibile. Le GWT, sebbene non enfatizzano l'unità della coscienza nel modo in cui lo fa la IIT, sostengono l'associazione della coscienza con la trasmissione all'interno di un workspace funzionalmente integrato, e ciò suggerisce compatibilità con il concetto di unità della coscienza. Altre ToCs, come le HOT e le teorie della re-entry/elaborazione predittiva, hanno un rapporto più ambivalente con l'unità della coscienza, tendendo a fare solo accenno a una descrizione di questa proprietà o a trascurarla del tutto (Seth e Bayne, 2022).

Un altro aspetto su cui le teorie differiscono sono le basi neurali della coscienza. Un dibattito significativo riguarda il ruolo in essa dei processi prefrontali. Molti studi di neuroimaging hanno rilevato un'attività prefrontale associata alla percezione cosciente (vedi il capitolo sull'accesso cosciente). I sostenitori delle teorie HOT e GWT utilizzano questi risultati a sostegno delle loro visioni. Tuttavia, altri, come i sostenitori della IIT, argomentano che l'attività prefrontale potrebbe essere più legata all'accesso cognitivo ai contenuti della coscienza piuttosto che alla percezione cosciente stessa. La teoria del re-entry e quella dell'informazione integrata ritengono che solo i processi corticali posteriori siano essenziali per l'esperienza percettiva, coinvolgendo aree come la corteccia parietale, senza il

contributo delle aree anteriori. Tuttavia, tali affermazioni non sono state validate, perché la verifica si basa sulla segnalazione soggettiva e funzioni esecutive che attivano le aree anteriori (Seth e Bayne, 2022).

Un ulteriore dibattito è sul profilo temporale dell'elaborazione cosciente negli studi effettuati con metodologia EEG. Alcuni teorici ritengono che inizi presto (120-200 ms) dopo la presentazione dello stimolo, basandosi su risposte elettrofisiologiche chiamate risposte di negatività della consapevolezza. Queste prove supportano IIT e la teoria di re-entry della coscienza. D'altro canto, altri teorici sostengono un inizio più tardo (250-400 ms), facendo riferimento a fenomeni come l'onda P3 e vari effetti percettivi che indicano una coscienza ritardata. Questa visione è in linea con le teorie di ordine superiore e del global workspace (Seth e Bayne, 2022).

In sintesi, le teorie differiscono principalmente sulla questione relativa alla struttura della coscienza e nello specifico sull'unità della coscienza, sulle basi neurali che contribuiscono all'emergere degli stati di coscienza e sul profilo temporale nel quale emerge l'accesso cosciente. Il dibattito è tutt'ora in corso e per una sua risoluzione necessita di ulteriori ricerche sperimentali.

## CAPITOLO 4 – CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Un ulteriore argomento per i futuri studi sulla coscienza sarà quello di individuare le basi neurali relative al fenomeno. Questa conoscenza potrebbe aiutare a rispondere a molte questioni ancora irrisolte riguardanti i disturbi della coscienza di natura psicopatologica. L'identificazione delle specifiche strutture e funzioni cerebrali collegate ai vari aspetti della coscienza potrebbe offrire spiegazioni chiare e circostanziate su come e perché questi disturbi si manifestano. Per esempio, delle anomalie legate a mutazioni genetiche nelle aree cerebrali legate alla coscienza si potrebbero ricollegare a malattie mentali specifiche, così come alcune disfunzioni non di natura genetica in specifiche aree cerebrali. Inoltre, si potrebbero scoprire anche specifiche caratteristiche o proprietà delle aree neurali che potrebbero essere alla base dei disturbi. Ad esempio, una maggiore densità di connessioni in un'area legata alla coscienza potrebbe correlarsi con una maggiore sensibilità o consapevolezza, e potrebbe essere un fattore in disturbi come l'ipersensibilità sensoriale. In sintesi, svelando le basi neurali della coscienza, la ricerca potrebbe fornire una mappa dettagliata delle aree cerebrali e delle loro funzioni, offrendo così una cornice per analizzare e interpretare i disturbi della coscienza in termini biologici. Questo non solo potrebbe aiutare a chiarire le cause dei disturbi psicopatologici, ma potrebbe anche guidare lo sviluppo di terapie più mirate ed efficaci. In futuro, per una maggiore comprensione del fenomeno della coscienza, sarà necessario realizzare esperimenti che testino e differenzino le varie teorie. Per la ricerca futura, un aspetto importante sarà quello di definire con precisione i vari aspetti delle teorie e le loro previsioni, ed evitare termini astratti. A questo scopo potrebbe tornare utile l'uso di modelli computazionali. Inoltre, ogni teoria dovrebbe essere completa, e dovrebbe considerare i diversi aspetti della coscienza. Un ultimo



problema che dovrà essere superato è quello della misurazione: è evidente il bisogno di identificare misure affidabili della coscienza. Questo problema è cruciale poiché, senza una efficace misurazione, le ToCs potrebbero non essere validate scientificamente. Tenendo conto di queste sfide, ci sarà sicuramente un'evoluzione delle ToCs che condurrà a una maggiore chiarezza sull'enigma della coscienza (Seth e Bayne, 2022). Al di là delle teorie della coscienza, molte questioni attendono ancora risposte da parte degli scienziati. Ad esempio, rimane indefinito il momento in cui un neonato sviluppa la coscienza o se un feto possiede una forma di essa. Ancora da determinare è anche la consapevolezza degli animali riguardo al loro ambiente e, in tal caso, come questa si manifesti e come differisca da quella umana. Nei secoli scorsi, i neurologi pensavano che per via della mancanza di mielina nelle prime fasi di vita, la mente non fosse cosciente. La presenza di una corteccia ancora immatura li ha spinti a credere che gli infanti fossero in grado di avere solo riflessi primitivi e un miscuglio di percezioni sensoriali. Solo al primo anno di vita, con lo sviluppo della corteccia prefrontale, gli infanti avrebbero cominciato ad avere un'esperienza cosciente vera e propria (Dehaene, 2014). Tuttavia, studi più recenti hanno mostrato un quadro diverso. Per esempio, nella review di Dubois e colleghi, che ha riassunto diversi studi di imaging condotti su neonati e bambini, è emersa la presenza di comunicazione tra aree cerebrali distanti che avviene grazie a connessioni a lungo raggio (Dubois *et al.*, 2014). Inoltre, è stato dimostrato, tramite studi fMRI, che durante l'ascolto di discorsi nella lingua madre, nei bambini di due mesi si attivano le stesse aree del cervello adulto e non solo quelle legate all'elaborazione primaria. Per esempio, sono risultate attive le aree del linguaggio temporali e frontali dell'emisfero sinistro e l'area corrispondente a quella di Broca (Dehaene-Lambertz *et al.*, 2010). In un altro studio è stato osservato che l'attivazione della rete del linguaggio era attiva, anche se operava a una velocità

molto inferiore a quella adulta, soprattutto nel coinvolgimento della corteccia prefrontale (Dehaene, 2014; Dehaene-Lambertz *et al.*, 2006). In aggiunta, Koudier e colleghi (2013) adattando la metodologia del mascheramento ai bambini di due mesi, hanno registrato una firma di percezione cosciente molto simile alla P3, ma con tempi molto dilatati (circa 1 s dopo l'esposizione allo stimolo) (Koudier *et al.*, 2013).

Le evidenze presentate falsificano le vecchie ipotesi sullo stato di coscienza nei neonati. Tuttavia, non conducono a risposte conclusive per la sua comprensione.

Per esempio, è risaputo che le aree del linguaggio nel neonato possono attivarsi spontaneamente. Inoltre, gli studi non spiegano quando emergerebbe la coscienza dato che sono stati effettuati su piccoli di due mesi. Infine, l'onda P3 non è ancora una firma certa di coscienza e usarla come paragone per determinare le caratteristiche di coscienza dei neonati potrebbe portare a conclusioni errate.

La questione sull'emergere della coscienza nei neonati è complessa e richiede ulteriori ricerche per comprendere appieno le sue dinamiche. Pertanto, è essenziale affrontare questi temi con un approccio cauto e basato su prove concrete, evitando conclusioni affrettate o semplificazioni eccessive.

Un'altra sfida che gli studi futuri dovranno superare è quella di definire se gli animali abbiano o meno pensieri coscienti. Per alcuni studiosi, come per esempio Dehaene, la coscienza è un meccanismo antico, che si ritrova in diverse specie. A riprova di questa affermazione lo studioso porta delle prove neurobiologiche compatibili con la sua teoria. Per esempio, la presenza di una corteccia prefrontale dotata di lunghe connessioni con le aree di ordine superiore posteriori nei macachi e l'attivazione di aree rudimentali simili alla corteccia prefrontale e la corteccia cingolata anteriore umana nei topi durante compiti di memoria visiva (dos Santos

Coura e Granon, 2012; Dehaene, 2014). Queste caratteristiche consentirebbero agli animali menzionati di avere una rudimentale forma di pensiero cosciente.

Diversi esperimenti sulle scimmie mostrano che esse hanno esperienze soggettive simili a quelle dell'uomo. Questi animali sono in grado di riferire ciò che vedono premendo i tasti di un PC, sono soggette alle illusioni visive, alla rivalità binoculare e al mascheramento. Inoltre, se subiscono un danno alla corteccia visiva primaria mostrano la stessa dinamica umana nel fenomeno della visione cieca (Cowey e Stoerig, 1995; Dehaene, 2014). In aggiunta, dimostrano di possedere una certa memoria di lavoro, infatti i loro neuroni prefrontali e parietali, proprio come quelli umani, scaricano in compiti di risposta ritardata nei quali è necessario tenere delle informazioni in memoria (Fuster, 2015).

Tuttavia, nonostante le evidenze, non è ancora chiaro in che misura l'esperienza soggettiva degli animali, anche quella degli animali più vicini a noi come le scimmie, assomigli a quella umana. Infatti, l'essere umano ha a disposizione delle funzioni cognitive che lo rendono chiaramente diverso dalle altre specie, tra cui spicca l'autocoscienza. Sebbene alcuni primi studi sembrano indicare la presenza di una rudimentale forma di metacognizione nelle scimmie (Kornell *et al.*, 2007) la profonda capacità di introspezione umana sembra rimanere unica.

In futuro sarà importante definire quali sono le dinamiche che hanno permesso all'uomo di avere delle caratteristiche di coscienza così complesse e in che misura differiscono da caratteristiche simili presenti negli altri animali.

Secondo Dehaene, una funzione che potrebbe aver contribuito allo sviluppo dello stato di coscienza umano e differenziarlo da quello animale è linguaggio. Questa funzione ha permesso all'uomo di manipolare il pensiero e riferirlo agli altri. Attraverso il linguaggio l'uomo ha cominciato a descrivere i propri stati mentali e quelli altrui, e in questo modo si sarebbe evoluta la capacità di avere una teoria della

mente. Inoltre, il linguaggio ha permesso di comporre pensieri molto complessi, inseriti l'uno dentro l'altro, e questo ha permesso l'evolversi di una complessa capacità di metacognizione. L'ipotesi che il linguaggio combinatorio e la teoria della mente siano le funzioni che hanno guidato l'uomo verso la differenziazione dalle altre specie, sono compatibili con le evidenze neurobiologiche che mostrano il maggior volume e le più ampie connessioni dell'area BA10 in corteccia prefrontale anteriore e dell'area di Broca nell'uomo rispetto alle altre scimmie (Schoenemann *et al.*, 2005; Schenker *et al.*, 2008). Tuttavia, quella descritta è solo un'ipotesi e la ricerca di una spiegazione sull'emersione della coscienza nella storia evolutiva dell'uomo è ancora in corso.

## Bibliografia

Allen, C., & Trestman, M. (2017). Animal consciousness. *The Blackwell companion to consciousness*, 63-76.

Aristotele. (2001). *L'anima. Testo greco a fronte*. (G. Movia, Cur.). Bompiani.

Baird, B., Mota-Rolim, S. A., & Dresler, M. (2019). The cognitive neuroscience of lucid dreaming. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 100, 305-323.

Bærentsen, K. B., Stødkilde-Jørgensen, H., Sommerlund, B., Hartmann, T., Damsgaard-Madsen, J., Fosnæs, M., & Green, A. C. (2010). An investigation of brain processes supporting meditation. *Cognitive processing*, 11, 57-84.

Bayne, T., Hohwy, J., & Owen, A. M. (2016). Are there levels of consciousness? *Trends in cognitive sciences*, 20(6), 405-413.

Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, 275(5304), 1293-1295.

Bowers, K. S. (1981). Do the Stanford Scales tap the “classic suggestion effect”? *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 29, 42–53.

Brodal P., (2019) *Il sistema nervoso centrale*. Piccin.

Cartesio, R. (1641). *Meditationes de prima philosophia*.

Simons, D. J., & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28(9), 1059-1074.

Chalmers, D. (1996). *The conscious mind: In search of a fundamental theory*. Oxford University Press.

Carhart-Harris, R. L., Erritzoe, D., Williams, T., Stone, J. M., Reed, L. J., Colasanti, A., ... & Nutt, D. J. (2012). Neural correlates of the psychedelic state as determined by fMRI studies with psilocybin. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(6), 2138- 2143.

Carhart-Harris, R. L., Muthukumaraswamy, S., Roseman, L., Kaelen, M., Droog, W., Murphy, K., ... & Nutt, D. J. (2016). Neural correlates of the LSD experience revealed by multimodal neuroimaging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(17), 4853-4858.

Christensen, C., Barabasz, A., & Barabasz, M. (2009). Effects of an affect bridge for age regression. *The International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 57 (4), 402-418.

Cowey, A., & Stoerig, P. (1995). Blindsight in monkeys. *Nature*, 373(6511), 247-249.

Cimmino, L. (2013). La percezione di sé: coscienza, autocoscienza ed emozioni. *L'identità ei suoi confini*, 49.

Coco M., Ramaci T., Viola G., Guglielmino A., Di Gregorio, G., & Buscemi A, (2019). Hypnosis and learning: Pilot study on a group of students. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 17(2), 20170082.

- Cohadon, F., & Salvi, G. (2003). *Uscire dal coma*. Libreria Cortina.
- Crawford, H. J., Wallace, B., Nomura, K., & Slater, H. (1986). Eidetic-like imagery in hypnosis: Rare but there. *The American journal of psychology*, 527-546.
- Crick, F., & Koch, C. (1992). The problem of consciousness. *Scientific American*, 267(3), 110-117.
- Damasio, A. (2022). *Il sé viene alla mente: la costruzione del cervello cosciente*. Adelphi Edizioni spa.
- Dehaene, S. (2014). *Coscienza e cervello: come i neuroni codificano il pensiero*. R. Cortina.
- Dehaene, S., Changeux, J. P., & Naccache, L. (2011). The global neuronal workspace model of conscious access: from neuronal architectures to clinical applications. *Characterizing consciousness: From cognition to the clinic?*, 55-84.
- Dehaene-Lambertz, G., Hertz-Pannier, L., & Dubois, J. (2006). Nature and nurture in language acquisition: anatomical and functional brain-imaging studies in infants. *Trends in neurosciences*, 29(7), 367-373.
- Dehaene-Lambertz, G., Montavont, A., Jobert, A., Alliol, L., Dubois, J., Hertz-Pannier, L., & Dehaene, S. (2010). Language or music, mother or Mozart? Structural and environmental influences on infants' language networks. *Brain and language*, 114(2), 53-65.
- Dehaene, S., & Naccache, L. (2001a). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, 79(1-2), 1-37.

Naccache, L., & Dehaene, S. (2001b). Unconscious semantic priming extends to novel unseen stimuli. *Cognition*, 80(3), 215-229.

Dehaene, S., Naccache, L., Le Clec'H, G., Koechlin, E., Mueller, M., Dehaene-Lambertz, G. & Le Bihan, D. (1998). Imaging unconscious semantic priming. *Nature*, 395(6702), 597-600.

de Lange, F. P., van Gaal, S., Lamme, V. A., & Dehaene, S. (2011). How awareness changes the relative weights of evidence during human decision-making. *PLoS biology*, 9(11), e1001203

De Lange, F. P., Heilbron, M., & Kok, P. (2018). How do expectations shape perception?. *Trends in cognitive sciences*, 22(9), 764-779

Del Cul, A., Baillet, S., & Dehaene, S. (2007). Brain dynamics underlying the nonlinear threshold for access to consciousness. *PLoS biology*, 5(10), e260.

Dembski, C., Koch, C. & Pitts, M. Perceptual awareness negativity: a physiological correlate of sensory consciousness. *Trends Cogn. Sci.* 25, 660–670 (2021).

De Pisapia, N. (2021). Il sogno lucido: dalla fenomenologia alla ricerca neurobiologica. *Giornale italiano di psicologia*, 48(1), 187-218.

Dhanens, T. P., & Lundy, R. M. (1975). Hypnotic and waking suggestions and recall. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*.

Dienes, Z., & Hutton, S. (2013). Understanding hypnosis metacognitively: rTMS applied to left DLPFC increases hypnotic suggestibility. *Cortex*, 49(2), 386-392.



Dijksterhuis, A., Bos, M. W., Nordgren, L. F., & Van Baaren, R. B. (2006). On making the right choice: The deliberation-without-attention effect. *Science*, 311(5763), 1005-1007.

Dinges, D. F., Whitehouse, W. G., Orne, E. C., Powell, J. W., Orne, M. T., & Erdelyi, M. H. (1992). Evaluating hypnotic memory enhancement (hypermnnesia and reminiscence) using multitrial forced recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(5), 1139.

dos Santos Coura, R., & Granon, S. (2012). Prefrontal neuromodulation by nicotinic receptors for cognitive processes. *Psychopharmacology*, 221, 1-18.

Dresler, M., Wehrle, R., Spoormaker, V. I., Koch, S. P., Holsboer, F., Steiger, A., ... & Czisch, M. (2012). Neural correlates of dream lucidity obtained from contrasting lucid versus non-lucid REM sleep: a combined EEG/fMRI case study. *Sleep*, 35(7), 1017-1020

Dubois, J., Dehaene-Lambertz, G., Kulikova, S., Poupon, C., Hüppi, P. S., & Hertz-Pannier, L. (2014). The early development of brain white matter: a review of imaging studies in fetuses, newborns and infants. *Neuroscience*, 276, 48-71.

Erdelyi, M. H. (1994). Hypnotic hypermnnesia: The empty set of hypermnnesia. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 42(4), 379-390.

Evans, F. J., & Thorn, W. A. (1966). Two types of posthypnotic amnesia: recall amnesia and source amnesia. *The International journal of clinical and experimental hypnosis*, 14(2), 162-179.

- Fleming, S. M., Ryu, J., Golfinos, J. G., & Blackmon, K. E. (2014). Domain-specific impairment in metacognitive accuracy following anterior prefrontal lesions. *Brain*, *137*(10), 2811-2822.
- Fox, K. C., Nijeboer, S., Solomonova, E., Domhoff, G. W., & Christoff, K. (2013). Dreaming as mind wandering: evidence from functional neuroimaging and first-person content reports. *Frontiers in human neuroscience*, *7*, 412.
- Fox, K. C., Dixon, M. L., Nijeboer, S., Girn, M., Floman, J. L., Lifshitz, M., ... & Christoff, K. (2016). Functional neuroanatomy of meditation: A review and meta-analysis of 78 functional neuroimaging investigations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *65*, 208-228.
- Fuster, J. (2015). *The prefrontal cortex*. Academic press.
- Gaillard, R., Dehaene, S., Adam, C., Clémenceau, S., Hasboun, D., Baulac, M., ... & Naccache, L. (2009). Converging intracranial markers of conscious access. *PLoS biology*, *7*(3), e1000061.
- Gay, P. (1988). *Freud: Una vita per il nostro tempo*. Bollati Boringhieri.
- Garrison, K. A., Zeffiro, T. A., Scheinost, D., Constable, R. T., & Brewer, J. A. (2015). Meditation leads to reduced default mode network activity beyond an active task. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *15*, 712-720.
- Goodale, M. A., Milner, A. D., Jakobson, L. S., & Carey, D. P. (1991). A neurological dissociation between perceiving objects and grasping them. *Nature*, *349*(6305), 154-156.

Greenwald, A. G., Draine, S. C., & Abrams, R. L. (1996). Three cognitive markers of unconscious semantic activation. *Science*, 273(5282), 1699-1702.

Gilson, E., & Langan, T. (1988). *La filosofia nel Medioevo: dalle origini patristiche alla fine del XIV secolo*. Jaca Book.

Grill-Spector, K., Kushnir, T., Hendler, T., & Malach, R. (2000). The dynamics of object-selective activation correlate with recognition performance in humans. *Nature neuroscience*, 3(8), 837-843.

Grogan, G., Barabasz, A., Barabasz, M., & Christensen, C. (2017). Effects of hypnosis on regression to primary-process thinking. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 65(1), 32-42.

Hardstone, R., Zhu, M., Flinker, A., Melloni, L., Devore, S., Friedman, D., ... & He, B. J. (2021). Long-term priors influence visual perception through recruitment of long-range feedback. *Nature communications*, 12(1), 6288.

Hilgard, E. R., & Hilgard, J. R. (2013). *Hypnosis in the relief of pain*. Routledge.

Holt, R. R. (2008). Primary process thinking: Theory, measurement, and research.

Hölzel, B. K., Ott, U., Gard, T., Hempel, H., Weygandt, M., Morgen, K., & Vaitl, D. (2008). Investigation of mindfulness meditation practitioners with voxel-based morphometry. *Social cognitive and affective neuroscience*, 3(1), 55-61.

Howard, I. P. (1996). Alhazen's neglected discoveries of visual phenomena. *Perception*, 25(10), 1203-1217.

Hume, D. (2015). *A Treatise of Human Nature: An Attempt to Introduce the Experimental Method of Reasoning into Moral Subjects*. CreateSpace Independent Publishing Platform. (Anno originale di pubblicazione 1739)

Izac, S.M.(2006). Basic anatomy and physiology of sleep. *American Journal of Electroneurodiagnostic Technology*, 46, 18-38.

James, W. (1890). *The Principles Of Psychology Volume II By William James* (1890) pp.211- 208.

Khalighi, S., Sousa, T., Pires, G., & Nunes, U. (2013). Automatic sleep staging: A computer assisted approach for optimal combination of features and polysomnographic channels. *Expert Systems with Applications*, 40(17), 7046-7059.

Kihlstrom, J.F., & Barnhardt, T.M. (1993). The self-regulation of memory, for better and for worse, with and without hypnosis. In D.M. Wegner & J.W. Pennebaker (Eds.), *Handbook of mental control* (pp. 88-125). Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Kihlstrom, J. F., & American Association for Research into Nervous and Mental Diseases. (1997). Hypnosis, memory and amnesia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 352(1362), 1727-1732.

Kirsch, I., & Lynn, S. J. (1998). Dissociation theories of hypnosis. *Psychological bulletin*, 123(1), 100.

Koch, C., & Tsuchiya, N. (2007). Attention and consciousness: two distinct brain processes. *Trends in cognitive sciences*, 11(1), 16-22.

Konkoly, K. R., Appel, K., Chabani, E., Mangiaruga, A., Gott, J., Mallett, R., ... & Paller, K. A. (2021). Real-time dialogue between experimenters and dreamers during REM sleep. *Current Biology*, *31*(7), 1417-1427.

Kornell, N., Son, L. K., & Terrace, H. S. (2007). Transfer of metacognitive skills and hint seeking in monkeys. *Psychological Science*, *18*(1), 64-71.

Kouider, S., & Dehaene, S. (2007). Levels of processing during non-conscious perception: a critical review of visual masking. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *362*(1481), 857-875.

Kouider, S., Stahlhut, C., Gelskov, S. V., Barbosa, L. S., Dutat, M., de Gardelle, V., ... & Dehaene-Lambertz, G. (2013). A neural marker of perceptual consciousness in infants. *Science*, *340*(6130), 376-380.

Kihlstrom, J. F. (1980). Posthypnotic amnesia for recently learned material: Interactions with “episodic” and “semantic” memory. *Cognitive Psychology*, *12*(2), 227-251.

Kihlstrom, J. F. (1985). Hypnosis. *Annual review of psychology*, *36*(1), 385-418

Kihlstrom, J. F., & American Association for Research into Nervous and Mental Diseases. (1997). Hypnosis, memory and amnesia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *352*(1362), 1727-1732.

LaBerge, S. (1988). Lucid dreaming in western literature. In *Conscious mind, sleeping brain: Perspectives on lucid dreaming* (pp. 11-26). Boston, MA: Springer New York.

Lamme, V. A. (2010). How neuroscience will change our view on consciousness. *Cognitive neuroscience*, 1(3), 204-220.

Landry, M., Lifshitz, M., & Raz, A. (2017). Brain correlates of hypnosis: A systematic review and meta-analytic exploration. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 81, 75-98.

Lazar, S. W., Kerr, C. E., Wasserman, R. H., Gray, J. R., Greve, D. N., Treadway, M. T., ... & Fischl, B. (2005). Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport*, 16(17), 1893.

Laurence, J.-R. & Perry, C. 1983 Hypnotically created memory among highly hypnotizable subjects. *Science* 222, 523^524.

Lebedev, A. V., Lövdén, M., Rosenthal, G., Feilding, A., Nutt, D. J., & Carhart-Harris, R. L. (2015). Finding the self by losing the self: Neural correlates of ego-dissolution under psilocybin. *Human brain mapping*, 36(8), 3137-3153.

LeDoux, J. (2020). Lunga storia di noi stessi. *Come il cervello è diventato cosciente*, tr. it. Raffaello Cortina, Milano, 345.

Lewis, J. L. (1970). Semantic processing of unattended messages using dichotic listening. *Journal of experimental psychology*, 85(2), 225.

American Association for Research into Nervous and Mental Diseases, & Logothetis, N. K. (1998). Single units and conscious vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 353(1377), 1801-1818.

- Ludwig, A. M. (1966). Altered states of consciousness. *Archives of general Psychiatry*, 15(3), 225-234.
- Lutz, A., Brefczynski-Lewis, J., Johnstone, T., & Davidson, R. J. (2008). Regulation of the neural circuitry of emotion by compassion meditation: effects of meditative expertise. *PloS one*, 3(3), e1897.
- Mak-McCully, R. A., Deiss, S. R., Rosen, B. Q., Jung, K. Y., Sejnowski, T. J., Bastuji, H., & Halgren, E. (2014). Synchronization of isolated downstates (K-complexes) may be caused by cortically-induced disruption of thalamic spindling. *PLoS computational biology*, 10(9), e1003855.
- Marcel, A. J. (1983). Conscious and unconscious perception: Experiments on visual masking and word recognition. *Cognitive psychology*, 15(2), 197-237.
- Marshall, J. C., & Halligan, P. W. (1988). Blindsight and insight in visuo-spatial neglect. *Nature*, 336(6201), 766-767.
- Marti, S., Sigman, M., & Dehaene, S. (2012). A shared cortical bottleneck underlying attentional blink and psychological refractory period. *Neuroimage*, 59(3), 2883-2898.
- Mashour, G. A., & Alkire, M. T. (2013). Evolution of consciousness: phylogeny, ontogeny, and emergence from general anesthesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(supplement\_2), 10357-10364.
- Mendelsohn, A., Chalamish, Y., Solomonovich, A., & Dudai, Y. (2008). Mesmerizing memories: brain substrates of episodic memory suppression in posthypnotic amnesia. *Neuron*, 57(1), 159-170.

- Maudsley, H. (1868). *The physiology and pathology of mind*. Macmillan.
- Moruzzi, G., & Magoun, H. W. (1949). Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 1(1-4), 455-473.
- Mulyadi, E., & Aristawati, E. (2023). Hypnosis As An Replacement Of Anesthesia In Surgery (Literature Review). *International Journal of Health Engineering and Technology*, 1(5).
- Naccache, L., Gaillard, R., Adam, C., Hasboun, D., Clémenceau, S., Baulac, M., ... & Cohen, L. (2005). A direct intracranial record of emotions evoked by subliminal words. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(21), 7713-7717
- Nash, M. R., Johnson, L. S., & Tipton, R. D. (1979). Hypnotic age regression and the occurrence of transitional object relationships. *Journal of Abnormal Psychology*, 88(5), 547.
- Nash, M. R., Lynn, S. J., Stanley, S., Frauman, D., & Rhue, J. (1985). Hypnotic age regression and the importance of assessing interpersonally relevant affect. *The International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 33(3), 224-235.
- Nash, M. R., Drake, S. D., Wiley, S., Khalsa, S., & Lynn, S. J. (1986). Accuracy of recall by hypnotically age-regressed subjects. *Journal of Abnormal Psychology*, 95(3), 298.
- Nash, M. (1987). What, if anything, is regressed about hypnotic age regression? A review of the empirical literature. *Psychological Bulletin*, 102(1), 42.



Nash, J. D., & Newberg, A. (2013). Toward a unifying taxonomy and definition for meditation. *Frontiers in psychology*, 4, 806.

Nasr, S. H. (2007). *L'Islam nella storia del pensiero moderno*. Roma: Carocci.

Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. Appleton-Century-Crofts.

Nemeth, D., Janacek, K., Polner, B., & Kovacs, Z. A. (2013). Boosting human learning by hypnosis. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 23(4), 801–805.

Newberg, A. B., Wintering, N., Waldman, M. R., Amen, D., Khalsa, D. S., & Alavi, A. (2010). Cerebral blood flow differences between long-term meditators and non-meditators. *Consciousness and cognition*, 19(4), 899-905.

Odegaard, B., Knight, R. T., & Lau, H. (2017). Should a few null findings falsify prefrontal theories of conscious perception?. *Journal of Neuroscience*, 37(40), 9593-9602.

Owen, A. M., Coleman, M. R., Boly, M., Davis, M. H., Laureys, S., & Pickard, J. D. (2006). Detecting awareness in the vegetative state. *Nature*, 443(7112), 160-163.

Parrish, M., Lundy, R. M., & Leibowitz, H. W. (1969). Effect of hypnotic age regression on the magnitude of the Ponzo and Poggendorff illusions. *Journal of Abnormal Psychology*, 74(6), 693.

Pinel, J. P. J., & Barnes, S. J. (2018). *Biopsychology* (10th ed.). Pearson.

Pinto, Y., van Gaal, S., de Lange, F. P., Lamme, V. A., & Seth, A. K. (2015). Expectations accelerate entry of visual stimuli into awareness. *Journal of Vision*, 15(8), 13-13.

- Platone (2018). *Fedro*. Testo greco a fronte (G. Reale, Trad.). Mondadori.
- Povinelli, D. J., Bering, J. M., & Giambrone, S. (2000). Toward a science of other minds: Escaping the argument by analogy. *Cognitive science*, 24(3), 509-541.
- Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 676-682.
- Reiser, M., & Nielson, M. (1980). Investigative hypnosis: A developing specialty. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 23(2), 75-85.
- Rodriguez, E., George, N., Lachaux, J. P., Martinerie, J., Renault, B., & Varela, F. J. (1999). Perception's shadow: long-distance synchronization of human brain activity. *Nature*, 397(6718), 430-433.
- Rogers, T. (2014). Consciousness and the brain: deciphering how the brain codes our thoughts. *Neuropsychoanalysis*, 16(2), 149–152.
- Sadaghiani, S., Hesselmann, G., & Kleinschmidt, A. (2009). Distributed and antagonistic contributions of ongoing activity fluctuations to auditory stimulus detection. *Journal of Neuroscience*, 29(42), 13410-13417.
- Sahraie, A., Weiskrantz, L., Barbur, J. L., Simmons, A., Williams, S. C. R., & Brammer, M. J. (1997). Pattern of neuronal activity associated with conscious and unconscious processing of visual signals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(17), 9

Salti, M., Bar-Haim, Y., & Lamy, D. (2012). The P3 component of the ERP reflects conscious perception, not confidence. *Consciousness and cognition*, 21(2), 961-968.406-9411.

Sanders, G. S., & Simmons, W. L. (1983). Use of hypnosis to enhance eyewitness accuracy: Does it work?. *Journal of Applied Psychology*, 68(1), 70.

Schenker, N. M., Buxhoeveden, D. P., Blackmon, W. L., Amunts, K., Zilles, K., & Semendeferi, K. (2008). A comparative quantitative analysis of cytoarchitecture and minicolumnar organization in Broca's area in humans and great apes. *Journal of Comparative Neurology*, 510(1), 117-128.

Schoenemann, P. T., Sheehan, M. J., & Glotzer, L. D. (2005). Prefrontal white matter volume is disproportionately larger in humans than in other primates. *Nature neuroscience*, 8(2), 242-252.

Sergent, C., Baillet, S., & Dehaene, S. (2005). Timing of the brain events underlying access to consciousness during the attentional blink. *Nature neuroscience*, 8(10), 1391-1400.

Seth, A. K., & Bayne, T. (2022). Theories of consciousness. *Nature Reviews Neuroscience*, 23(7), 439-452.

Sloane, M. C. (1981). *A comparison of hypnosis vs. waking state and visual vs. non-visual recall instructions for witness/victim memory retrieval in actual major crimes*. The Florida State University.

- Solomonova, E., & Carr, M. (2019). Incorporation of external stimuli into dream content. *Dreams: understanding biology, psychology, and culture, 1*.
- Tononi, G. (2012). The integrated information theory of consciousness: an updated account. *Archives italiennes de biologie, 150*(2/3), 56-90.
- Tononi, G., Boly, M., Massimini, M., & Koch, C. (2016). Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate. *Nature Reviews Neuroscience, 17*(7), 450-461.
- Vaitl, D., Birbaumer, N., Gruzelier, J., Jamieson, G. A., Kotchoubey, B., Kübler, A., ... & Weiss, T. (2005). Psychobiology of altered states of consciousness. *Psychological bulletin, 131*(1), 98.
- Van den Bussche, E., Van den Noortgate, W., & Reynvoet, B. (2009). Mechanisms of masked priming: a meta-analysis. *Psychological bulletin, 135*(3), 452.
- Van Gaal, S., Ridderinkhof, K. R., Scholte, H. S., & Lamme, V. A. (2010). Unconscious activation of the prefrontal no-go network. *Journal of neuroscience, 30*(11), 4143-4150.
- Van Opstal, F., de Lange, F. P., & Dehaene, S. (2011). Rapid parallel semantic processing of numbers without awareness. *Cognition, 120*(1), 136-147.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: an event-related fMRI study. *Neuron, 30*(3), 829-841.
- Wagner, U., Gais, S., Haider, H., Verleger, R., & Born, J. (2004). Sleep inspires insight. *Nature, 427*(6972), 352-355.

Walker, N. S., Garrett, J. B., & Wallace, B. (1976). Restoration of eidetic imagery via hypnotic age regression: A preliminary report. *Journal of Abnormal Psychology*, 85(3), 335.

Wallace, B. (1978). Restoration of eidetic imagery via hypnotic age regression: More evidence. *Journal of Abnormal Psychology*, 87(6), 673.

Wallace, B. A. (2006). *The attention revolution: Unlocking the power of the focused mind*. Simon and Schuster.

Weiskrantz, L. (1997). *Consciousness lost and found: A neuropsychological exploration*. OUP Oxford.

Weiskrantz, L., & Davies, M. (Eds.). (2008). *Frontiers of Consciousness: Chichele Lectures* (Vol. 2008). Oxford University Press. Williams, P. (2008). *Il buddismo*. Torino: Einaudi.

Wundt, W. (1874). *Principles of physiological psychology*

Zimbardo, P., & Gerrig, R. (2019). *Psicologia e vita* (20a ed.). Pearson.