

Introduzione alle neuroscienze

A fondamento dello studio dell'influenza delle neuroscienze nel diritto penale e nella criminologia condotto in questa tesi, vi è una scelta ben precisa. Tale scelta verte sul capire quali siano i punti d'incontro e scontro tra le diverse materie in esame e se le stesse possano arrivare un giorno ad una collaborazione e convivenza costante senza intaccare i rispettivi principi. L'obiettivo di questa tesi di laurea è quello di fare un'analisi complessiva della situazione partendo dagli albori per poi introdursi con cautela, come quasi le neuroscienze hanno fatto nel tempo, nelle due discipline: il diritto penale e la criminologia. La tesi è composta da quattro capitoli con i propri inerenti paragrafi. Si partirà dal I capitolo: dove verrà affrontato il tema della nascita delle neuroscienze e della sua evoluzione sotto il profilo storico, che come si vedrà ha radici antichissime. Si menzioneranno filosofi e studiosi che attraverso anche esperimenti rilevanti, che si potrebbero definire ai tempi di oggi: "arcaici" hanno prestato il loro contributo, per cercare di scoprire la "mente" dell'uomo. La presenza di varie teorie diverse tra loro, incentrate inizialmente tra lo scontro tra cuore e cervello, ha innescato poi la possibilità di avere un lungo dibattito sulle neuroscienze e sulla loro possibilità di dare delle risposte sul sistema nervoso umano e su come questo possa comportare un' influenza dell'agire di una persona. Ecco perché si è dedicato spazio a un caso molto curioso e interessante, il caso "Cage." Potendolo definire come il primo caso "studiato" in cui una lesione al cervello, abbia comportato il mutamento della personalità del soggetto tale da cambiarlo completamente. Questo caso, aprì le porte a delle nuove concezioni scientifiche poi ampliate dall'ausilio di altri saperi. Un altro aspetto importante da segnalare fu l'istituzione della fondazione in Italia, della: "Società italiana delle neuroscienze." Si può dire che proprio da questo momento si dà un vero e

proprio riconoscimento a questo ramo scientifico in Italia, e grazie anche all'avanzamento tecnologico, si va ad aprire un nuovo capitolo che diede un grande impulso alle neuroscienze di "seconda generazione" cioè quelle neuroscienze rilette in chiave moderna. Si parlerà poi in breve: di come le neuroscienze si appropcheranno in base all'oggetto di analisi, su vari livelli: sia molecolare, cellulare, dei sistemi, comportamentale, che cognitivo. Portando alla nascita di nuove discipline che risulteranno una fusione tra le neuroscienze e i saperi diversi presi in considerazione come: neurocognizione, neurofenomenologia, neuroetica, neurodiritto. Avendo un unico obiettivo: lo studio del cervello umano. A fine capitolo si concluderà il discorso, ponendo a confronto e sollevando interrogativi, sull'interazione delle neuroscienze con il diritto e la criminologia. Verranno sottolineati gli obiettivi e le problematiche di ciascuna disciplina, e anche le speranze che nutrono coloro favorevoli ad una sana collaborazione tra le stesse. Il capitolo II, è dedicato all'influenza delle neuroscienze nella criminologia. Per quanto riguarda il campo criminologico, gli interrogativi sono diretti a chiedersi se il fenomeno criminale può essere spiegato o meno dalle neuroscienze, c'è chi pensa che si possa e chi invece no, proprio perché tale fenomeno non può essere oggetto di teorie unitarie, ma è influenzato da una moltitudine di fattori, che si scopriranno lungo questo percorso. In *primis* si cercherà di delineare anche il percorso tortuoso che ha subito la criminologia nel tempo, per essere attualmente considerata come una disciplina multidisciplinare. Poi si sottolineerà come le due materie facciano parte di due mondi complementari, questo perché nello studio del fenomeno criminale, le due si incontrano spesso e collaborano quasi semplicemente. La svolta decisiva in campo criminologico, è stata data dall'istituzione di due orientamenti contrapposti: la scuola "classica" e la scuola "positiva." La differenza netta tra le due scuole, che in questa tesi interessa, sta nel pensiero contrapposto delle stesse. Da una parte, la scuola "classica" nata nel periodo illuminista, non prendeva in alcun modo in considerazione la

visione neuroscientifica perché vedeva nel reato comunque una scelta consapevole non dettata da fattori genetici e interni del sistema nervoso dell'uomo. Dall'altro, la scuola "positiva" contrariamente, era propensa all'idea dello studio del crimine in tutti i suoi aspetti quindi: psicologici, genetici. Sarà la "Terza scuola" a provare a fare da intermediazione fra le due. Accogliendo alcuni principi dell'una, e altri principi dell'altra scuola, prendendo una posizione di mezzo anche sul tema del libero arbitrio. E' proprio questa la domanda che ci si pone, in relazione alle varie teorie che si consulteranno. Esiste il libero arbitrio? A fronteggiarsi sul tema saranno le teorie del "compatibilismo" e quella "dell'incompatibilismo." Anche le neuroscienze, dal canto loro hanno voluto trovare una risposta a tale domanda, attraverso vari esperimenti. Uno dei quali che sarà menzionato, si può considerare come il più famoso in assoluto: l'esperimento di Benjamin Libet. L'intento era di approfondire lo studio della composizione del cervello, per poi capire il comportamento umano. Libet si potrebbe definire come il propulsore delle tecniche neuroscientifiche che attualmente si definiscono moderne, come le tecniche di *Brainimaging* o *neuroimaging* che verranno trattate in questa tesi. Tecniche che nella criminologia hanno un compito ben preciso: quello di creare una visione complessiva dell'individuo criminale, sul suo cervello, sulla sua struttura e con lo scopo di contribuire a migliorare poi la predizione e la valutazione della pericolosità criminale. Ci si domanda quindi, quale sia l'apporto concreto che queste tecniche possano dare. Attraverso poi l'istituzione di una nuova disciplina in mezzo tra genetica e crimini: la neuroscienza criminologica, ci si domanderà quale sia il modo in cui la criminologia ha accolto le neuroscienze. Nel III capitolo, si tratterà dell'influenza delle neuroscienze nel sistema penale italiano. Nell'ambito giuridico e nelle questioni di diritto soprattutto di diritto penale, gli interrogativi riguarderanno il capire come l'utilizzo degli strumenti neuroscientifici possano apportare dei benefici e non degli stravolgimenti del sistema penale stesso. Si inizierà delineando gli

orientamenti sulle due discipline: le neuroscienze e il diritto penale, che hanno portato alla nascita del neurodiritto. Ci si domanderà se è possibile questa coesione, e se la stessa possa comportare dei risvolti positivi o negativi alle due materie. Si cercherà di analizzare due orientamenti contrapposti, cercando di approfondire il pensiero “rifondativo” e quello “riduzionistico” dove ognuno, nell’insorgere e con l’evoluzione delle tecniche neuroscientifiche, va in una diversa direzione, allora si cercherà di trovare un punto in comune. Si passerà infatti, da vari estremismi sulla questione, e varie prese di posizione tra giuristi e neuroscienziati. Altre diatribe si troveranno in relazione dell’argomento relativo al modello condotta riconosciuto dal codice penale nel I comma dell’art. 42 c.p. Si preciseranno gli elementi caratterizzanti della condotta: la coscienza e la volontà che insieme costituiscono la cd. *suitas*. Si preciseranno anche le problematiche messe in evidenza proprio nella formazione iniziale di queste due concezioni e dello scarso utilizzo in giurisprudenza di tale norma: in tal senso si menzioneranno le dottrine contrapposte, sul tema reato, che collocano l’istituto della *suitas* in tre differenti direzioni. Nel domandarsi poi quale sia la dottrina da seguire, saranno menzionate quali ne sviliscono e quali valorizzano la portata. Verrà poi messo in evidenza come le neuroscienze anche in questa tematica possano apportare un proprio ausilio. Un altro argomento che sarà preso in considerazione è la relazione tra imputabilità penale ed apporto neuroscientifico. Si partirà con i principi della responsabilità penale e della colpevolezza per definire l’imputabilità. In relazione alle neuroscienze, si parlerà di come le stesse possano rilevare un disturbo, attraverso l’utilizzo di tecniche di scansione cerebrale, e di come tale valutazione possa influire al fine di considerare un soggetto che ha commesso un reato, imputabile o meno. In tal senso, si analizzerà la questione dell’infermità mentale prendendo in considerazione la sentenza n. 9163 delle Sezioni Unite del 2005, il caso Raso. Si risconteranno quindi, gli argomenti attinenti al vizio di mente e i disturbi della personalità, che

vengono presi in considerazione nel momento in cui ci sia una gravità tale da poter influire nettamente nella capacità di intendere e di volere del soggetto autore di un reato. In conclusione del capitolo, si tratterà di come le neuroscienze entrano nel processo penale sottoforma di prova scientifica. Si porrà l'attenzione sul lavoro del giudice e quello dello scienziato sulla ricostruzione di un fatto, differenziando l'ammissione della prova scientifica tipica, con l'ammissione delle "nuove" prove scientifiche. Domandandosi come e dove collocare la prova scientifica, trovandosi ancora le stesse neuroscienze in una situazione definita controversa, perché alla base è proprio la comunità scientifica a non garantire la piena affidabilità degli strumenti scientifici che sono ancora in una fase di sviluppo. Infine il capitolo IV, si rivolgerà ai casi giudiziari italiani in cui sono state applicate le neuroscienze. Il primo caso riguarderà: la sentenza della Corte d'Assise di Trieste. Verrà analizzata la vicenda, e come le tecniche neuroscientifiche vi sono entrate per scongiurare dubbi e perplessità sulla capacità di intendere e di volere dell'imputato, Abdelmalek Bayout. Il secondo caso preso in considerazione, riguarda una sentenza emanata dall'Ufficio del giudice delle indagini preliminari di Como. Anche in questo caso verrà analizzata la vicenda e il ruolo che hanno avuto le tecniche neuroscientifiche nella valutazione della capacità di intendere e di volere dell'imputata Stefania Albertani. Ci sono tante domande a cui si cercherà di dare delle risposte nel proseguo della tesi, una cosa già dall'inizio appare chiara, un pensiero univoco non può esserci ed è proprio su questo punto che si rifletterà, ed è proprio grazie a tali dibattiti che le neuroscienze sono riuscite ad evolversi sia nell'ambito del diritto penale che nella criminologia.

Capitolo I

Le neuroscienze.

1. La storia delle neuroscienze

Per comprendere come si sia evoluta la storia delle neuroscienze e quindi lo studio del cervello umano, dovremmo partire dagli albori. Il punto di partenza approvato da vari ricercatori risale ai tempi degli antichi Egizi, con il ‘‘papiro chirurgo’’ di Edwin Smith. Il primo trattato medico della storia dove sia stata documentata la parola ‘‘cervello’’, risalente al XVII secolo a.C.¹ Infatti, gli egiziani operavano sul cervello, trapanavano il cranio in caso di lesioni con un intento curativo, e quindi attraverso degli scritti dell'epoca successivamente ritrovati, è stato appurato che i ‘‘professionisti del campo’’² erano consapevoli dei molti sintomi riferiti ad un danno celebrale. Al tempo stesso la loro attenzione maggiore era rivolta però verso il cuore, ritenuto sede dell'anima e della memoria, che addirittura in fase di mummificazione veniva attentamente preservato al contrario del cervello che veniva svuotato attraverso le narici e gettato via.

La diatriba sull'importanza fra cuore e cervello s'intensificò successivamente, fra il '400 e il '300 a.C., fra studiosi e filosofi greci.

Da una parte già Ippocrate (460-379 a.C.) si pose il problema del rapporto fra cervello e funzioni psichiche nella sua opera: ‘‘*Sul male sacro.*’’³

¹ Piccolino, M. Neuroscienze Controverse. Da Aristotele alla moderna scienza del linguaggio. Torino, 2008. P. 8

² Si utilizzano questi termini, per designare la grande competenza che i chirurghi dell'epoca avevano dato, che erano veri esperti in ferite causate da spade, frecce, lance e altri armi da guerra.

³ Padre fondatore dell'encefalotrismo, una dottrina che incentrava nell'attività celebrale la sede dell'intelligenza, in grado di controllare tutto l'organismo e la completa attività umana. Si riporta il pensiero di Ippocrate in relazione al cervello tratto dalla sua opera ‘‘male sacro’’:

‘‘... *Da null'altro si formano i piaceri e la serenità e il riso e lo scherzo se non dal cervello. Così pure vi troviamo i dolori, le pene, la tristezza e il pianto. Soprattutto grazie ad esso*

In contrapposizione a questa visione encefalocentrica si registra quella cardiocentrica, dove la sede dell'intelligenza umana era invece il cuore, organo responsabile delle funzioni mentali, sensitive e motorie. Aristotele (384 a.C- 322 a.C), potrebbe aver collocato il pensiero razionale nel cuore proprio durante una delle sue esperienze di osservazione diretta della natura, tuttavia non sottovalutò mai completamente il cervello. Attribuì all'encefalo una funzione importante nel raffreddare il cuore e fu il primo a distinguere il cervello dal cervelletto. Nell' opera "Il fedone" di Platone (429-348 a.C.)⁴ Socrate si ritrova ad assistere ad un dibattito fra encefalontristi e cardiocentristi, indirizzando lo stesso a porsi domande su dove effettivamente nasca il pensiero, il cervello o il cuore.

La teoria cardiocentrista e la concezione aristotelica sopravvissero per molto tempo, fino all'epoca di Galeno⁵

Galeno basò i suoi studi solo sugli animali⁶ che utilizzava sia a scopi anatomici che per dimostrazioni di fisiologia sperimentale e quindi mai

pensiamo, ragioniamo, vediamo e udiamo. Giudichiamo sul brutto e sul bello, sul cattivo e sul buono, sul piacevole e sullo spiacevole. [...] E' a causa del cervello se perdiamo il senno o deliriamo, se ci colpiscono incubi e fobie, insonnia e smarrimenti strani, paure senza motivo e incapacità di comprendere le cose consuete ..."

Ippocrate. *Male sacro*, in *Opere*. Torino, 1976. P. 297. Si veda in proposito: Marsilio. *La malattia sacra*. Venezia, 1996, p. 5

⁴ Piccolino. M. *Op. cit.*, p. 20.

⁵ Galeno (130-200 d.C.), fu un filosofo e medico dei gladiatori. Proprio a contatto con essi, ebbe modo di essere testimone di cosa le lesioni cerebrali potessero comportare all'essere umano, rafforzando la propria "ippocratica" opinione che si basava sulla centralità del cervello in funzioni comportamentali. Egli svolgeva delle vivisezioni sugli animali, arrivando così a desumere la conformazione e la funzione dell'encefalo, ritenendo lo stesso "un magazzino della memoria" e il cervelletto un centro di controllo del movimento. Non avendo mai eseguito ricerche anatomiche direttamente su un corpo umano, le sue deduzioni non erano del tutto esatte. Ad esempio, egli evidenziava una struttura vascolare situata alla base del cervello e alla quale attribuiva un funzione necessaria per la funzione degli organi vitali e per la formazione del cd. "pneuma" (indicato anche come "spirito animale" o "spiriti animali"), formato da cavità cerebrali che venivano a contatto con i nervi (considerati come dei tubicini cavi) arrivando fino ai muscoli, che per la sua azione potevano contrarsi.

Piccolino M. *Sistemi sensoriali, informazione biologicamente rilevante e una breve storia delle neuroscienze*, in *Bollettino dell'A.N.I.S.N.* Livorno, 2002. P. 10 ss.

⁶ La sperimentazione dell'epoca che ha consentito importanti scoperte fisiologiche, fra il 130 e il 200 D.C. poteva avvenire solamente sugli animali, vi era contrarietà religiosa e divieti legali di dissezione cadaveri. Questi studi portarono alle prime scoperte per quanto riguarda la circolazione del sangue, la riproduzione, la digestione e alla respirazione.

applicata all'essere umano in quel periodo storico, venne successivamente ampiamente declassata.⁷

La concezione Galenica, localizzava le funzioni nervose superiori nei ventricoli cerebrali di forma globoidale.⁸

La teoria delle "tre celle"⁹, si esplicava in quanto segue: nella cella anteriore (o ventricolo) avrebbero sede le funzioni sensoriali e immaginative, nella cella centrale (o ventricolo) la ragione, nel celle posteriori (o ventricoli) la virtù della memoria, in particolare quel tipo di memoria contenente i ragionamenti e i ricordi più complessi.

Tutto quindi è collegato per il funzionamento basico dell'essere umano, si parte dalle azioni che il soggetto compie per risposta di stimoli esterni che vanno direttamente a colpire la "cella anteriore" quindi le funzioni sensoriali, per poi poter pensare e svolgere funzioni razionali colpendo quindi la "cella centrale", a infine arrivare alla memoria elaborando ricordi ed esperienze passate.

Salerno V. Gli enigmi del cervello cosciente. Coscienza incarnata e corpo vivo: le neuroscienze e la sfida dell'etica. Padova, 2015. Pag. 55

⁷ La motivazione addotta venne riscontrata da un esame realistico dagli studi svolti sull'anatomia umana, riconducibili successivamente intorno al 1500, a Berengario da Carpi, Gabriele Falloppio e Andrea Vesallio che dimostrarono che le idee di Galeno nelle fondamenta si avvicinavano alla realtà componentistica della struttura ma per quanto riguarda alcuni fattori come gli elementi per la composizione del pneuma, non risulta essere nel cervello umano ma solo in quello animale.

Salerno V. *Op., cit.*, p. 57

⁸ Per Globoidale s'intende una forma, che nell'era filosofica cui Galeno apparteneva, risultava perfetta e quindi attribuibile all'organo più elevato del corpo umano, (cosa che attualmente, con la nostra realtà anatomica risulterebbe del tutto inconcepibile)

Salerno V. *Op., cit.*, p. 58

⁹ Vi era una tripartizione del corpo umano in tre cavità: addome, torace e testa ognuna della quale svolgeva un preciso compito affidato a un organo e a un sistema di vasi con esso collegato in cui scorre un determinato fluido, intuendo così che nelle arterie scorresse il sangue.

Giusti E. Azzi L. Neuroscienze per la psicoterapia. La clinica dell'integrazione trasformativa. Roma, 2013. Pag. 23.

Secondo lo schema Galenico, lo pneuma circolava e partiva dalla cella anteriore per poi confluire ed avvalersi del midollo spinale per influenzare i muscoli e il movimento del corpo attraverso i nervi.¹⁰

La tesi che iniziò a diffondersi era incentrata sulla convinzione che la “vacuità” dei ventricoli, appariva come un luogo idoneo per l'esistenza dell'anima immateriale rispetto alla massa cerebrale.¹¹

Vi era un confluire di pensieri che andavano classificando lo pneuma in vario modo, da chi lo considerava come addirittura fosse esso stesso “l'anima”, e qualcun'altro che in contrapposizione manteneva un'idea materiale e meno religiosa. Considerando che la medicina di quell'epoca faceva riferimento ai quattro elementi (terra, acqua, aria e fuoco.)¹²

La conformazione della massa del cerebrale era considerata inadatta ad ospitare l'anima perché comprendeva elementi terrosi.

Vi era poi la convinzione che i ventricoli cerebrali fossero vuoti e privi di qualsiasi fluido, sarà poi successivamente ed ad opera di uno scienziato italiano, Domenico Cotugno, che dimostrerà che i ventricoli cerebrali sono

¹⁰ Questa dottrina Galenica, ebbe longevità, molti scienziati, filosofi, teologici successivamente presero spunto da questi studi chi magari ampliando il concetto, chi addirittura arricchendolo con temi religiosi dove percezione, razionalità, memoria erano considerate sottoforme di espressioni dell'attività di un'anima immateriale.

Salerno V. *Op., cit.*, p. 59

¹¹ Chi venne inizialmente influenzato dalla corrente galenica fu Leonardo Da Vinci (1452-1519), l'artista venne incuriosito dallo studio dell'anatomia umana. Come emerge dai suoi primi disegni c'è un riferimento chiaro all'idea galenica e alla teoria delle tre celle che successivamente venne mutata dalla diretta pratica che egli stesso mise in atto. L'esperimento addotto che riuscì a mutare il suo pensiero, risultò iniettando in un calco di ventricoli cerebrali della cera, da qui egli si rese conto che i ventricoli avevano una struttura molto più complessa da quella che Galeno asseriva. Questa pseudo scoperta la rappresentò in un disegno mostrando un punto di vista molto più vicino alla realtà fattuale.

Salerno V. *Op., cit.*, p. 60

¹² Ad un certo punto allo *pneuma* è stata assegnata una natura “quintessenziale”, cioè corrispondente a quel tipo di materia (la “quinta essenza” appunto) che non era uno dei quattro elementi costitutivi della realtà terrestre (o sublunare, e cioè (terra, acqua, aria e fuoco), ma era la sostanza di cui era formato il mondo dalla luna in là, cioè un'essenza indistruttibile, una materia perenne ed inalterabile.

Salerno V. *Op., cit.*, p. 61

ripieni di un liquido, che noi oggi conosciamo come liquido cerebrospinale o cefalorachidiano¹³.

Ma il primo a criticare fortemente la concezione delle tre celle cerebrali e dimostrare la complessità anatomica del cervello e dei ventricoli fu Andrea Vesalio (1514-1564).¹⁴

Dello stesso filone di ragionamento fu il francese matematico Cartesio (1596-1650).¹⁵ Secondo loro: l'anima, attraverso la "mente" è in grado di comandare i movimenti e sensazioni in stretta collaborazione del cervello¹⁶.

Nell'evoluzione scientifica troviamo poi protagonisti: Marcello Malpighi (1628-1694) e Thomas Willis (1621-1675).¹⁷ Malpighi vede la corteccia

¹³ "Il liquido cerebrospinale è una sostanza trasparente che bagna il nevrasse, è contenuto nel tessuto aracnoideo (subaracnoideo), all'interno dell'asse osseo cranio-rachideo. Esso circola anche nelle guaine periva scolari e nei gangli cervicali toracici e lombari. Permea la corteccia cerebrale, il midollo spinale, i globi oculari e occupa anche gli spazi interni del SNC, quali i ventricoli e il canale ependimale. Si presenta come liquido trasparente rinnovato ogni 6h, ossia 3-4 volte al giorno in condizioni fisiologiche." Terranova A. Liquor cerebrospinale. 2017. www.osteolab.net/liquor-cerebrospinale/ (accesso 25 febbraio 2020)

¹⁴ Grande anatomico, nella sua opera: "De humani corporis fabrica" pubblicato nel 1543, confutò in oltre duecento punti, l'anatomia di Galeno, dimostrandola falsa. Egli apportò la propria esperienza diretta nello studio anatomico del corpo umano, discostandosi dalle fondamenta e dalla concezione sulla fisiologia cerebrale derivante dalla medicina classica, facendo un passo avanti essenziale nella scienza anatomica. Cosmacini G. Quando l'anatomia era rivoluzionaria, 2001 www.illuminationschool.wordpress.com/2013/12/05/de-humani-corporis (accesso 27 febbraio 2020)

¹⁵ In più, secondo Cartesio, il corpo soggiace a delle leggi meccaniche della natura, ma, al tempo stesso, non scindono da un'entità spirituale. Descartes R. *Discours de la méthode*. Paris, 1698. P. 20; Si veda anche: Malo A. Certezza e volontà: saggio sull'etica cartesiana. Roma, 1994. P. 109.

¹⁶ Il problema del rapporto tra la mente e il corpo si pone per la prima volta proprio con Cartesio, giacché nella filosofia aristotelica l'anima, che includeva la mente, era la vera essenza dell'uomo, concepito come un'unità psicofisica. La soluzione proposta dal filosofo francese, quella di due realtà distinte che interagiscono tra loro nel corpo (*la res cogitans e la res extensa*), deriva dalla sua concezione meccanicistica della natura. Cartesio individua il legame diretto tra le due realtà in una struttura situata nella profondità del cervello: "la ghiandola pineale". "l'anima è veramente congiunta a tutto il corpo, e che non si può dire in senso proprio che essa sia in qualcuna delle sue parti piuttosto che in altre, perché il corpo è uno". Malo A. *Op., cit.*, p. 109.

¹⁷ Le idee di Malpighi e Willis, seppur in un'età differente, erano abbastanza moderne e fortemente legate all'idea antica, tanto da non rivoluzionare molto nelle concezioni già apprese fino ad allora. Loro svolsero i primi studi della corteccia cerebrale con un microscopio che noi attualmente definiremmo come "primitivo", dando finalmente più

cerebrale come costituita da una miriade di ghiandole produttrici di un fluido che poi scorre nei nervi (il fluido nerveo,).¹⁸

E Willis, scopritore del cosiddetto “poligono di Willis”¹⁹ e studioso della materia grigia del cervello.²⁰

Sull’onda del grande interesse dei medici per lo studio delle funzioni del tessuto nervoso, per ultimo si vuole evidenziare il contributo dato da due grandi studiosi tra loro antagonisti, l’italiano Bartolomeo Camillo Emilio Golgi (1843-1926)²¹ e lo spagnolo Santiago Ramón y Cajal (1852-1934)²², le cui opere fondamentali gli valsero ad entrambi l’attribuzione del premio Nobel per la Fisiologia e Medicina nel 1906.²³

adito alla massa cerebrale rispetto alle cavità, che come trattato in precedenza erano considerate il centro delle funzioni più elevate dell’organismo.

¹⁸ La visione del Malpighi è imperniata sul concetto di ghiandola e di secrezione. Il cervello risulta quindi essere un organo secretore, dove non esiste più un “pneuma”, ma esiste un liquido, un fluido che scorre.

Salerno V. *Op., cit.*, p. 59

¹⁹ per approfondire: ‘*Il Poligono di Willis, anche chiamato Circolo di Willis (Circle of Willis in inglese) è un importante sistema di anastomosi arteriose (cioè di comunicazioni tra vasi arteriosi) a pieno canale presente alla base della scatola cranica, così chiamato in onore al medico inglese Thomas Willis. Rappresenta la confluenza di tre arterie principali: l’arteria basilare, che è formata dalla confluenza delle arterie vertebrali destra e sinistra (prime collaterali della succlavia); le due arterie carotidi interne (destra e sinistra).*’

Bear F. Mark, Connors Barry W., Paradiso Micheal A. *Neuroscienze: Esplorando il cervello*. Ed. IV. Milano, 2016. P. 23

²⁰ E’ grazie al suo contributo che è stata posta finalmente la parola fine alla teoria ventricolare e viene realmente descritto l’aspetto esteriore del cervello con chiave moderna e verosimile. Si attribuisce correttamente la distinzione tra “materia grigia” e “materia bianca”, dove quella “grigia” ha compiuto diretto di elaborazione e quella “bianca” di connessione tra il cervello e il sistema nervoso per il corretto funzionamento dell’intero organismo.

Bear F. Mark, Connors Barry W., Paradiso Micheal A. *Op., cit.*, P. 24

²¹ Il lavoro del Golgi si concentrò sull’attività cerebrale, presupponendo l’esistenza di una connessione a carattere reciproco di funzioni delle diverse parti del sistema nervoso; e la presenza di una “rete nervosa diffusa” strettamente collegata alla sostanza grigia contenuta nel cervello.

Bear F. Mark, Connors Barry W., Paradiso Micheal A. *Op., cit.*, P. 25

²² Affascinato dagli studi di Golgi, Cajal, allora giovane professore di anatomia all’Università di Valencia elaborò una teoria cellulare che successivamente si svilupperà nella “dottrina del neurone” concezione alle fondamenta della scienza moderna del sistema nervoso, surclassando la teoria reticolare.

Bear F. Mark, Connors Barry W., Paradiso Micheal A. *Op., cit.*, P. 26

²³ Per il riconoscimento del lavoro di Golgi e di Cajal sulla struttura del sistema nervoso, furono conferiti ad entrambi il premio nobel.

In un mondo ottocentesco dove la scienza si stava affacciando alle prime vere scoperte significative della struttura del sistema nervoso, che segneranno posteriormente i nostri tempi, vi erano due correnti contrapposte che cercarono di contendersi il primato nel campo del cervello e delle sue funzioni: da una parte troviamo la teoria “reticolare”²⁴ di cui Golgi fu sostenitore attivo, che riconduceva le funzioni percettive e quelle cognitive ad un unico organo di massa, il cervello. Dall'altra parte la teoria “neuronista”²⁵ che ricollegava ai neuroni, ogni attività psico-fisica. La diatriba tra l'una e l'altra corrente fu alimentata dalle diverse posizioni di pensiero che entrambi gli autori avevano: Golgi dissentì rigorosamente le idee di Cajal a tal punto da non considerare la sua persona ed arrivare a contestare il rivale in una sua conferenza intitolata: “La dottrina del neurone: teoria e fatti.”²⁶ demolendo secondo il suo punto di vista la tesi di

²⁴ Per approfondire: il metodo di Golgi. *“Dopo vari tentativi, una volta indurito il tessuto nervoso con bicromato di potassio sostituì la tradizionale colorazione col carminio col una basata sul nitrato d'argento. Le cellule nervose, infatti, s'impregnano di cromato d'argento e si colorano di nero rilevandosi con i loro contorni precisi e ben definiti e con tutte le loro ramificazioni. La nuova colorazione permise una descrizione topografica dei vari gruppi di cellule nervose e favorì l'inizio della moderna neuroanatomia e neuro istologia, dopo aver individuato varie forme cellulari e la diversa origine dei prolungamenti nervosi. Secondo Camillo Golgi esistevano due tipologie di cellule la cui differenza veniva in rilievo se si andavano a vedere le caratteristiche di ognuno: “Le cellule dell'I° tipo di Golgi ad assone lungo, che pur emanando un gran numero di fibrille, mantengono una loro individualità ed hanno una funzione motoria o psicomotoria e le cellule del II° tipo di Golgi, ad assone corto, che si suddividono indefinitamente in uno spazio indeterminato ed hanno una funzione sensoriale o psicosensoriale.”*

Barberis L. Camillo Golgi. 2016.

<https://www.torinoscienza.it/personaggi/camillo-golgi> (accesso 2 marzo 2020)

²⁵ Per approfondire: “la dottrina del neurone.” Le cellule costituiscono i circuiti nervosi, le stesse con i loro prolungamenti costituiscono dei contatti propriamente detti: “sinapsi.” L'informazione poi passa da cellula a cellula: *“in assenza di continuità protoplasmatica, secondo un meccanismo basato sulla liberazione da parte della cellula “presinaptica” di una sostanza chimica che agisce sulla cellula “postsinaptica” generando un potenziale elettrico. Le cellule nervose ricevono il loro input prevalentemente dalla zona dei dendriti o del corpo cellulare ed emettono il loro output alla terminazione dell'assone.”*

Giusti E. Azzi L. *Op. cit.*,Pag. 33.

²⁶ La diatriba tra Golgi e Cajal, era una lotta interna di ideali. Golgi risentiva non solo che la sua teoria dopo Cajal si ritenesse superata, ma personalmente aveva un forte risentimento per la celebrità dell'avversario.

In tal senso: Giusti E. Azzi L. *Op. cit.*,Pag. 35.