

Università degli Studi di Foggia
DIPARTIMENTO DI STUDI UMANISTICI

DOTTORATO DI RICERCA XXVI CICLO
“PEDAGOGIA E SCIENZE DELL’EDUCAZIONE”

TESI DI DOTTORATO

**“COGNIZIONI-ED-EMOZIONI:
PROSPETTIVE NEUROEDUCATIVE”**

Dottorando: **dr. Claudio COSTANZUCCI PAOLINO**

Tutor: **chiar.ma prof.ssa Franca PINTO MINERVA**

a.a. 2013-2014

INDICE

Premessa	p. 6
Natura e cultura	p. 9
Natura e cultura tra genetica ed epigenetica	p. 24
Natura-cultura ed educazione	p. 31
Le neuroscienze in dialogo con le scienze umane	p. 35
<i>Neuroeducation</i>	p. 38
Una questione terminologica	p. 38
Flash sul “soggetto cerebrale”	p. 41
Dalle neuroscienze all’ <i>education</i>	p. 45
I presupposti della ricerca neuroeducativa	p. 48
Neuromiti in educazione	p. 50
Mind, Brain, and Education	p. 54
Educational Neuroscience	p. 58
La riflessione italiana	p. 60
<i>Le scienze bioeducative</i>	p. 60
<i>Modello Integrale antropologico</i>	p. 64
<i>Neurodidattica</i>	p. 68
Cognizioni-emozioni	p. 70
Cognizioni	p. 72

<i>Lettura e dislessia</i>	p. 75
<i>Matematica e discalculia</i>	p. 88
Emozioni	p. 99
<i>Emozioni e neuroscienze</i>	p. 105
<i>Emozioni-cognizioni</i>	p. 111
<i>Emozioni ed intersoggettività</i>	p. 115
<i>Empatia ed autismo</i>	p. 117
 Pedagogia e <i>Neuroeducation</i>: attualità e prospettive	 p. 129
 Bibliografia	 p. 142
 Ringraziamenti	 p. 161

a Mario e Michela

*No man is an island,
Entire of itself,
Every man is a piece of the continent,
A part of the main.
If a clod be washed away by the sea,
Europe is the less.
As well as if a promontory were.
As well as if a manor of thy friend's
Or of thine own were:
Any man's death diminishes me,
Because I am involved in mankind,
And therefore never send to know for whom the bell tolls;
It tolls for thee.
John Donne*

PREMESSA

Questo lavoro è il prodotto finale di un percorso di studi che mi ha accompagnato in questi tre anni di dottorato. Ho deciso di optare per un progetto di ricerca che affrontasse le questioni del campo d'indagine che nella letteratura anglosassone di riferimento viene definito *"Neuroeducation"*, perché penso sia un oggetto di studio che possa contemporaneamente rilanciare l'"immagine" alquanto offuscata della Pedagogia e offrire utili supporti scientifici e sperimentali a ricercatori ed educatori. E tutto questo nell'intento di aprire una discussione che, mentre nelle altre realtà scientifica si sta sviluppando in maniera esponenziale, nel nostro Paese fatica a decollare, per una serie di ragioni che approfondirò nell'ultima parte di questo lavoro.

L'interesse per quest'ambito scientifico è nato da una personale propensione culturale ad un'analisi comparata ed interdisciplinare dei processi cognitivi ed emotivo-affettivi coinvolti nei processi di apprendimento-insegnamento. Curiosità intellettuale stimolata dalle esperienze professionali di educatore, condizione privilegiata per chi vuole comprendere le necessità educative e didattiche che il ruolo di insegnante oggi reclama, e nutrita dalle proposte di studio del prof. Nando Filograsso, mio docente di Pedagogia all'Università di Urbino. L'esperienza del dottorato, grazie soprattutto all'incoraggiamento e ai preziosi consigli della

prof.ssa Pinto Minerva, mi ha offerto poi l'occasione per poter approfondire con piacere lo studio di queste tematiche.

L'intero lavoro è stato pensato nello spirito della maggiore integrazione fra concetti, discipline e approcci scientifici. Nello specifico, la ricerca si articola in tre parti principali:

1. una prima parte, in cui ho affrontato la questione natura-cultura, ribadendo l'artificiosità e l'arbitrarietà, oltre che l'anacronismo, di ogni sua interpretazione dicotomica;
2. una seconda parte, nella quale ho analizzato la *Neuroeducation* in tutti i suoi aspetti: relazione con le scienze umane, peculiarità epistemologiche, ambiti di studio, centri di ricerca universitari;
3. una terza parte, dove sono stati presentati gli studi neuroscientifici più recenti effettuati su alcune abilità cognitive di interesse scolastico (lettura e matematica) e sui processi emotivi, con le relative condizioni disfunzionali di interesse didattico-educativo (dislessia, discalculia, autismo).

Va detto che questo progetto di ricerca era nato anche con prospettive sperimentali. C'era, infatti, l'intenzione di predisporre un esperimento che desse ragione dei principi integrativi di fondo della *Neuroeducation*, cioè, l'utilizzo degli strumenti di visualizzazione cerebrale per l'analisi di un compito didattico. Ma non si sono realizzate le condizioni pratico-organizzative e di rigore sperimentale tali da garantirne il valore scientifico. Perciò si è preferito percorrere strade alternative.

Come ci ricordano Kurt W. Fischer e Mary Helen Immordino-Yang, due studiosi molto attivi nel campo della *Neuroeducation*:

«Le potenzialità delle scienze del cervello per l'educazione sono enormi. Per realizzarle, però, è necessario costruire una nuova scienza interdisciplinare che colleghi esplicitamente le scienze del cervello e l'educazione, in una collaborazione in cui entrambe ricoprano un ruolo centrale. [...] Perché la

ricerca scientifica possa rispondere alle domande sull'educazione, è necessario che educatori e scienziati lavorino insieme, per comprenderne i problemi centrali e in ultimo costruiscano conoscenze utilizzabili, che entreranno a far parte delle pratiche educative, per chiarire come avviene l'apprendimento nella scuola e negli altri settori».¹

Ecco, mi auguro che questa prospettiva si realizzi quanto prima. Il mio contributo non determinerà certo le sorti di questo processo di dialogo ed integrazione, ma spero che sia da stimolo per qualche giovane ricercatore. Per me questa avventura culturale ha rappresentato un'occasione straordinaria di formazione umana e professionale, in cui, per parafrasare Jerome Bruner, ho cercato di estrarre significato dagli incontri umani e scientifici che ho fatto nel corso di questi tre anni di dottorato di ricerca.

¹ Fischer, K. W. and Immordino-Yang, M. H., *Introduction: the fundamental importance of the brain and learning for education*. In "The Jossey-Bass Reader on The Brain and Learning. San Francisco: Jossey-Bass, 2008, XXVII-XXI. (traduzione mia)

*Ho già detto che tutti i comportamenti
contengono qualcosa di innato e qualcosa
di acquisito, ma che non sappiamo dove
possa essere la linea di confine. Non ho
mai negato che vi fosse qualcosa di innato
per quanto riguarda il funzionamento (ma
non la struttura); nessuno è mai stato in
grado di cavar fuori un uomo intelligente
da un idiota.
Jean Piaget*

NATURA E CULTURA

L'analisi di questa nota dicotomia mi induce inevitabilmente a partire dalla definizione di alcuni concetti e presupposti filosofici che meglio chiariscono il campo d'indagine in cui mi muovo:

- a) cosa si intende per natura e in particolar modo per natura umana;
- b) cosa si intende per cultura;
- c) che rapporti sussistono tra queste due componenti;
- d) la natura dell'uomo è culturale o la cultura è un'espressione della natura stessa.

Non essendo questa la sede per addentrarmi in approfondite ed esaustive analisi epistemologiche su tali questioni, mi soffermerò solo su quegli aspetti che mi sembrano più attinenti alla discussione oggetto di questo lavoro.

«Per “natura” – ricorda François Dagognet - s'intende soprattutto ciò che è e non si deve modificare (è nell'essenza delle cose), ciò che è stato dimostrato e messo alla prova tramite la sua solidità, la sua permanenza e quindi la sua validità. D'altra parte o la natura è stata creata e organizzata da Dio, e allora ci si guarderà dal sostituirsi ad essa; oppure, in un'ipotesi materialistica ed evolucionistica, sono stati eliminati poco a poco i

cambiamenti svantaggiosi e troppo costosi. Non sussisterebbero allora che il valoroso e l'efficace, allora conserviamoli».² Un pensiero che rimanda ad una concezione sacrale della natura che, comunque intesa, va preservata perché ha *dignità teleologica*.³ Ma tale deferenza viene sempre più messa in discussione da un percorso storico-culturale che ha visto la natura prima perdere la sua centralità (quella natura intesa come “terra da abitare”, propria della concezione greca), a favore di un antropocentrismo in cui è stata ridotta a puro materiale da utilizzare al di fuori di ogni principio etico (la natura come “terra da dominare”, introdotta dalla concezione giudaico-cristiana e rafforzata dalla formula baconiana ‘*scientia est potentia*’), fino a smarrire definitivamente ogni autonomia, perché spodestata dalla tecnica, che ha acquisito potere sia sull'uomo e sia sulla natura. Questo evento, infatti, ha dissolto l'orizzonte antropocentrico, perché il potere è passato dalle mani dell'uomo in quelle della tecnica, che «si muove ormai al di fuori del rapporto uomo-natura».⁴ Ciò ha prodotto una costante e progressiva

² Dagognet, F., *Le vivant*, Bordas, Paris, 1988.

³ «È quantomeno non privo di senso chiedersi se la condizione della natura extraumana, la biosfera, ora sottomessa al nostro potere nel suo insieme e nelle sue parti, sia diventata appunto qualcosa che è dato in custodia all'uomo e avanzi perciò nei nostri confronti una sorta di pretesa morale, non soltanto a nostro ma anche a suo favore e in base a un proprio diritto. Se così fosse, sarebbe necessario un ripensamento non di poco conto dei fondamenti dell'etica. Questo comporterebbe la ricerca non soltanto del bene umano, bensì anche del bene delle cose extraumane, estendendo il riconoscimento dei “fini in sé” al mondo naturale e includendone la cura nel concetto di bene umano. Nessuna etica tradizionale (all'infuori della religione) ci ha preparati a questo ruolo di amministrazione fiduciaria e ancor meno lo ha fatto la visione scientifica dominante della *natura*. Al contrario, quest'ultima ci preclude con risolutezza anche la possibilità stessa di pensare la natura come qualcosa che va rispettato, riducendola all'indifferenza della necessità e del caso e privandola di ogni dignità teleologica. Eppure, un muto appello a preservarne l'integrità sembra salire dalla tonalità minacciata del mondo vivente. Dobbiamo prestare ascolto, riconoscendo vincolante la sua pretesa, perché sanzionata dalla natura delle cose». (Jonas, H., *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Torino, 1990)

⁴ «Oggi il rapporto con la natura è mediato dalla tecnica, e la stessa salvaguardia della natura non può avvenire se non ricorrendo all'assistenza tecnica. Se guardiamo la monotonia di distese di cereali solcate da mietitrici solitarie e irrorate di antiparassitari erogati in volo, abbiamo un esempio elementare ma indicativo di come la tecnica, anche quando soccorre la natura, anche quando la “ipernaturalizza”, in realtà la “denaturalizza”, perché crea un paesaggio così poco ospitale e così poco comunicativo, che persino una grande fabbrica offre un volto più umano.

Se poi dal mondo vegetale passiamo a quello animale, l'estrema degradazione di esseri viventi trasformati in macchine da uova o da carne, sottratti al loro ambiente, sottoposti a illuminazione artificiale, alimentati automaticamente, privati sensorialmente, è la prova più evidente di come l'assistenza tecnica alla natura denaturi la natura e segni l'abissale distanza che ormai separa la tecnica dal suo antico radicamento naturale.

Ma ormai anche la natura, per effetto dell'incremento demografico esponenziale, ha forse superato il suo limite biologico e, senza l'intervento della tecnica, non è in grado di provvedere alle sue stesse creature. [...]

Ma anche di fronte alla catastrofe tecnica, il rimedio non può essere che tecnico, cioè nella direzione di un ulteriore incremento della tecnica, in vista della creazione di macchine di controllo più intelligenti delle macchine da controllare». (Galimberti, U., *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica*, Feltrinelli, Milano, 1999, pp. 486-487)

divaricazione fra uomo e natura, che stiamo pagando in termini ecologici, ma anche etico-sociali e culturali. Ma siamo a un punto in cui diventa imprescindibile invertire la rotta, anche perché questa chimera del dominio totale del mondo, si scontra oggi con la presa di coscienza dei poteri distruttivi della tecnoscienza nei confronti dell'umanità stessa. L'uomo è ormai consapevole del fatto che la Terra non si può più dominare, ma bisogna averne cura e organizzarla. Perciò si rende urgente, in aggiunta al contratto sociale, la stipula di quello che Michel Serres definisce *contratto naturale di simbiosi e reciprocità*. Nascerebbe così un rapporto con le cose che consentirebbe all'uomo di abbandonare quel delirio di onnipotenza che tanti guasti ha prodotto, in nome di una «relazione centrata sull'ascolto ammirativo, la reciprocità, la contemplazione e il rispetto», anche perché, se così non fosse, il parassita (l'uomo), continuando a saccheggiare e a mettere a morte il simbiote (la natura), finirebbe senza rendersene conto per condannare se stesso a scomparire.⁵

Come abbiamo visto, il rapporto che l'uomo ha intrattenuto con la natura si è modificato nel corso dei secoli: da una convivenza rispettosa e tremebonda ad una prevaricatrice e depauperante, fino ad una più recente consapevolezza ecologica, che ormai pone l'uomo in una posizione d'ascolto e di maggiore rispetto.

Ma la natura non è solo quello che circonda l'uomo: gli animali, le piante, il mare, le montagne. La natura è nell'uomo stesso. Nella storia del pensiero filosofico, infatti, si è fatto spesso ricorso al termine 'natura umana' per identificare l'insieme delle caratteristiche peculiari degli individui e quindi di quegli "universali naturali" (oggi diremmo biologici o geneticamente predeterminati), che rappresentavano il bagaglio di partenza di ogni essere umano. Delimitare il campo della 'natura umana', però,

⁵ Serres, M., *Il contratto naturale*, Feltrinelli, Milano, 1991, pp. 54-55.

rimane un compito alquanto arduo da perseguire, anche perché dischiude orizzonti dialettici complessi e di difficile esaustività, visti gli inevitabili rimandi e comparazioni con tutto ciò che non è 'natura umana'.⁶ Per questi motivi, le diverse definizioni che si sono susseguite in questi duemila anni di filosofia hanno rivelato tutta la loro debolezza, perché contraddittorie, incomplete, ambivalenti, mutevoli come l'oggetto che queste definizioni cercavano di cristallizzare. Ma non si può ingabbiare concettualmente un essere costitutivamente vocato alla libertà e alla costante riprogettazione, per richiamare un concetto molto caro all'esistenzialismo. La sfuggevolezza, la spinta verso il cambiamento e la trasformazione di tutto quello che lo circonda (relazioni umane, natura), pur nella complessa auto-organizzazione, è ben descritta in un passaggio che Eric Weil dedica all'uomo nella sua *Logica della Filosofia* (1997):

«L'uomo è un essere come gli altri, un essere vivente; ma pur essendo come gli altri non è solo come gli altri. Ha bisogni, ma anche desideri, bisogni che ha formato lui stesso, che non sono nella sua natura, ma che si è dato. L'istinto sessuale è in lui come in tutti gli animali; ma non si accontenta del possesso del partner, vuole anche essere amato. Come ogni organismo ha bisogno di nutrimento e non può nutrirsi che di certe sostanze; ma non gli basta saziare la fame, egli trasforma quel che gli offre la natura. Lotta coi suoi simili per il suo ambiente, [...] per il cibo; ma non gli basta aver scacciato il concorrente, l'avversario, vuole distruggerlo o costringerlo a sottomettersi a lui e riconoscere la sua signoria e il suo dominio, a fare al posto suo quello che fino allora aveva fatto lui stesso, trasformare quel che la natura presenta in modo immediato all'uomo, cercare, produrre, preparare il nutrimento, la casa, custodire le donne, allevare i figli. Insomma, l'uomo ignora quello che vuole. Ma sa molto bene quel che non vuole; [...] l'uomo non è quello che è [...] perché non vuole essere quello che è, non è contento di essere quello che è, di avere ciò che è. Egli è l'animale che parla, uno degli animali che parlano, ma è il solo animale che impiega il suo linguaggio per dire No».⁷

Grazie al linguaggio, o se si preferisce al pensiero e alla ragione, l'essere umano, mediante la propria attività trasformatrice, si rivela come un essere

⁶ «*Omnis determinatio est negatio*» (Baruch Spinoza, 1632-1677).

⁷ Weil, E., *Logica della filosofia*, Il Mulino, Bologna, 1997, pp. 15-16.

che nega il mondo nella sua realtà immediata per produrre da ciò che esiste quello che ancora non esisteva.

Ed è proprio questa concezione dell'uomo in perenne evoluzione, che ha ispirato i nuclei fondanti del pensiero post-umanistico. Una visione che nel Novecento ha messo in discussione il paradigma umanistico e antropocentrico dominante (libertà dell'uomo da qualsiasi legame o referenza con le alterità), facendo emergere una nuova prospettiva, quella appunto post-umanistica, secondo la quale la dimensione umana è il frutto di una lunga sequenza di processi ibridativi con le alterità.⁸ Processi di «contaminazione» questi che aprono l'orizzonte all'antropodecentrismo, inteso non come annichilimento dell'antropocentrismo, bensì come superamento di esso in conseguenza di una «riscoperta del valore delle alterità non umane, del significato dialogico e referenziale di tali interfacce, dei processi di ibridazione che stanno alla base dell'antropo-poiesi, dei contenuti che le alterità non umane hanno dato per la realizzazione della dimensione umana e pertanto della transitorietà di tale dimensione che non va vista come un'essenza intangibile ma come un cantiere aperto, vitale in quanto ospitale, evolutivo in quanto in non equilibrio».⁹ «Quando parliamo di post-umanesimo – afferma Marchesini – non ci riferiamo a un superamento dell'uomo bensì a un nuovo modo di considerare l'umano e i processi che ne sono alla base. [...] Più che di un'età del post-uomo dobbiamo perciò parlare di un approccio post-umanistico nel considerare le

⁸ «Il post-umanismo è pertanto un pensiero che gronda di alterità giacché ammette un'alterità non umana e parimenti considera le alterità non umane co-fattoriali nella realizzazione della dimensione umana. Nella visione post-umanista si considera la dimensione umana come una struttura identitaria che si costruisce e si percepisce attraverso la relazione con le alterità non umane cosicché queste ultime vanno considerate a tutti gli effetti delle entità referenziali. L'alterità è un referente in grado di mettersi in relazione e di prendere parte al processo identitario, nella doppia scansione di formazione e percezione dell'identità, attraverso l'apporto referenziale ossia un vero e proprio contributo evolutivo. Nella visione post-umanista, pertanto, l'umano non è più l'emanazione o l'espressione dell'uomo bensì il risultato dell'ibridazione dell'uomo con le alterità non umane; ciò significa che l'umano esorbita le caratteristiche dell'uomo o, in altri termini, che non è possibile spiegare la dimensione umana nei suoi predicati facendo una ricognizione semplicemente sull'uomo, vale a dire pretendendo di estrarre le qualità dell'umano dai caratteri dell'uomo». (Marchesini, R., *Il tramonto dell'uomo*. Dedalo, Bari, 2009, pp. 33-34)

⁹ Ivi, p. 45.

direttive antropo-poietiche e quindi il processo di realizzazione della condizione umana. [...] Post-umanistico è pertanto un modo per interpretare l'antropo-poiesi non un'età o una nuova dimensione per l'essere umano. I rischi e le opportunità che si appalesano di fronte a noi con lo sviluppo delle nuove tecnologie, stanno nel deficit ermeneutico non nelle potenzialità di intervento che inaugurano. L'intento della filosofia *post human* è perciò quello di rileggere l'antropo-poiesi e di superare l'antropocentrismo filosofico, riportando al centro della discussione il paradigma interpretativo tradizionale della dimensione umana, perché di fatto questo è venuto meno ai bisogni di significato del nostro tempo. Lo sviluppo della tecnoscienza semplicemente ci ha mostrato come sia riduttivo e fuorviante fondare l'umano sull'uomo e considerare l'antropo-poiesi come un processo autarchico. Ma soprattutto come sia pericoloso!». ¹⁰

La stessa forza infiltrativa della tecnica ha profondamente modificato il rapporto uomo-natura. È saltato quel confine che consentiva all'uomo di esaltare la propria purezza ontologica, di contro alle diverse alterità (individui, animali, natura, macchine) presenti nel mondo e che per lui avevano una consustanziale diversità ontologica, epistemologica e pragmatica da cui distinguersi. Tutto questo oggi appare obsoleto. Si pensi ad esempio a come le tecniche della vita artificiale e delle biotecnologie ci consentono di realizzare quella "convivenza" tra elementi organici e supporti tecnologici, tra vita naturale e vita artificiale, tra uomo e macchina: impianti cocleari per non udenti, braccia artificiali controllati dal cervello, chip impiantati nella corteccia cerebrale, lettori di onde cerebrali, sono solo

¹⁰ Ivi, p. 183-184.

alcuni dei dispositivi biotecnologici che agiscono da interfaccia tra biologia e tecnologia, tra uomo e macchina, tra natura e cultura.¹¹

Come emerge da queste brevi note, pensare che oggi si possa definire la 'natura umana' in maniera "chiara e distinta", come direbbe Cartesio, è quanto di più errato si possa fare. La filosofia della crisi, che ha contraddistinto il pensiero filosofico del Novecento (dal nichilismo ottocentesco alle riflessioni del pensiero debole, postmetafisico, postmoderno e della decostruzione), ci ha restituito un uomo frammentato, disilluso, disorientato, disincantato, che fatica sempre più a muoversi in un mondo in cui la tecnoscienza ha prodotto la definitiva deflagrazione di quelle certezze epistemologiche ed etico-politiche che avevano nutrito l'uomo moderno. Emblematica è l'affermazione di Günter Anders: «Ciò che noi oggi chiamiamo "natura" (umana, per esempio) non vale per nient'altro che per una missione senza mittente, per una determinazione senza determinante, per un senso senza un datore di senso – dunque per il non-senso».¹² Ecco perché appare illusorio definire la 'natura umana', e forse ci si deve arrendere di fronte al fatto che l'essere umano è impossibilitato a conoscere se stesso ed è «condannato ad aggirarsi in un labirinto, cercando un'uscita che non ha i mezzi per trovare».¹³

Il rapporto uomo-natura, uomo-tecnica, avanza con forza la chiamata in causa del concetto di cultura. Ma che cos'è la cultura? Già Eschilo nel *"Prometeo incatenato"* si era soffermato sul tema della "seconda natura", intesa come momento fondante dell'emancipazione dell'uomo dagli dei e

¹¹ «In tale quadro, i rivolgimenti radicali impressi dalla ricerca tecnico-scientifica appaiono talmente potenti e inarrestabili da coinvolgere le stesse categorie antropologiche alle quali gli esseri umani hanno fatto e ancora fanno riferimento. I concetti di "vita" e "morte", di "naturale" e "artificiale", di "individuo" e "società", di "umano" e "non umano", di "libertà" e "vincolo" della conoscenza, di "diritto", di "responsabilità", di "etica", così come lo stesso concetto di "formazione umana" [...] vanno incontro ad una perturbazione che chiama la società civile ad intraprendere un profondo lavoro critico di ridefinizione e di integrazione concettuale». (Pinto Minerva, F., Gallelli, R., *Pedagogia e Post-umano*, Carocci editore, 2004, p. 18)

¹² Anders, G., *La natura eretica*, MicroMega 1-2006, pp. 52-53.

¹³ Dalla Chiara, M. L., Toraldo di Francia, G., *La scimmia allo specchio. Osservarsi per conoscere*, Laterza, Roma-Bari, 1988, p. 8).

dalla natura e come elemento di distinzione dall'animale.¹⁴ L'evoluzione culturale è il processo attraverso il quale l'uomo è riuscito ad evolversi e a diventare quello che è: incontrastato "signore della Terra". Lo sviluppo del linguaggio e della capacità simbolica, attraverso il potenziamento delle sue capacità cognitive ed emotive, gli hanno consentito di amplificare le sue abilità operative e di fondare quella sfera dell'immateriale, del pensiero, della cultura, che rappresenta la vera qualità distintiva dell'essere umano.

Nel corso dei secoli, l'affinamento delle tecniche, l'acquisizione di nuove conoscenze e la capacità di trasmetterle alle generazioni future, hanno contribuito in maniera determinante alla crescita esponenziale delle tecnoscienze, che hanno trasformato, spesso in modo imprevedibile ed incontrollabile, le condizioni di vita dell'uomo. Ma nello stesso tempo, come già Eschilo aveva sottolineato nella sua tragedia, anche l'emancipazione dell'uomo dagli dèi (libertà) presuppone dei rischi (vincoli), ben rappresentati dalle catene che legano Prometeo alla roccia, senza alcuna possibilità di liberarsi. I vincoli e le catene di cui parla il tragediografo greco sono date da un irrinunciabile autogoverno di sé, ispirato ai più elevati principi etici e realizzato attraverso la "tecnica politica".¹⁵ L'uomo, quindi, non può esimersi dall'esercitare un controllo costante ed approfondito sul mondo in trasformazione che lo circonda e che lui stesso ha contribuito a

¹⁴ «L'animale, infatti, non è "tecnico" perché, a differenza dell'uomo, non è *biologicamente* determinato all'azione, ossia alla modificazione della natura per la creazione di quella "seconda natura" che è la *cultura*, in cui solamente sono rintracciabili le condizioni elementari che garantiscono all'esistenza umana la sua nascita e la sua sopravvivenza. La trasformazione della natura in cultura, scrive Gehlen, "è un processo biologicamente necessario, perché un essere, che per natura è così problematicamente dotato, deve fare di una natura trasformata il punto d'appoggio della sua propria, dubbia, capacità di vivere". Non quindi la tecnica come prodotto maturo della progressiva evoluzione umana, ma *la tecnica come condizione imprescindibile dell'esistenza umana*, come ciò senza di cui l'uomo non avrebbe potuto inaugurare la propria storia» (Galimberti, U., *Psiche e technè. L'uomo nell'età della tecnica*, Feltrinelli, Milano, 1999, p. 172)

¹⁵ «L'autonomia della tecnica dà l'illusione, o come dice Eschilo "la cieca speranza [...] di poter sciogliere l'azione umana dai vincoli [...]". Con il divorzio degli uomini dagli dèi, da cui prende avvio la storia propriamente umana, gli uomini dispongono unicamente di quel sapere che è il sapere strumentale capace di commisurare i mezzi ai fini, ma non di eleggere i fini. [...] Grazie alla tecnica politica che supplisce all'insufficienza delle tecniche strumentali nel governo di sé, è possibile porre rimedio alla "grande colpa" di Prometeo, che non consiste tanto nell'aver rubato agli dèi "il fuoco da cui scaturiscono tutte le tecniche", ma nell'aver ipotizzato l'autosufficienza di queste tecniche per la conduzione della vita umana» (Ivi, p. 256).

plasmare. Pena il rischio di compromettere irreparabilmente la vita stessa della specie umana (e non solo). È questa la sua “grande colpa”.

La cultura, quindi, è sì *epistème* e *téchne*, ma anche consapevolezza etica ed estetica. Non basta comprendere fenomeni ed accumulare nozioni, ma è altrettanto importante la promozione della riflessione etica e della sensibilità estetica. Non si può accettare l'autarchia delle scienze, come pure cedere scetticamente al relativismo etico ed estetico. Queste tre sfere della cultura umana rimangono utili ed indispensabili solo se si accettano reciprocamente e coesistono dialogando tra loro. Infatti, ogni questione scientifica e tecnologica chiama inevitabilmente in causa l'etica e perché no anche l'estetica. Pensiamo alle tematiche bioetiche ed ecologiche: quando si affrontano le questioni bioetiche più delicate, come quelle riguardanti l'inizio e fine vita, l'analisi medico-scientifica non può essere scissa da una profonda riflessione etica. Quando si discutono tematiche ecologiche (estinzioni di specie animali e vegetali, inquinamento, deturpazione del paesaggio), le riflessioni bioetiche si intrecciano anche con argomentazioni di carattere estetico.

Il confronto e il dialogo fra individui, concezioni filosofiche, sensibilità culturali, fra scienze naturali e scienze umane, per tornare ad una vecchia contrapposizione, costituiscono il motore dell'evoluzione culturale. Prova ne è lo straordinario percorso del pensiero filosofico occidentale, che ha guadagnato certe vette speculative grazie alle dispute e al confronto di correnti filosofiche spesso contrapposte ed alternative fra loro, come il razionalismo e l'empirismo, l'idealismo e il materialismo, il positivismo e il nichilismo. Ma anche le dure argomentazioni critiche mosse alle scienze naturali da parte di Husserl, Popper e degli epistemologi post-popperiani, hanno messo in crisi le supposte verità assolute e immutabili del sapere

scientifico e capovolto vecchi e stantii paradigmi di ricerca. La stessa ricerca antropologico-culturale del Novecento e l'emergere del "pensiero selvaggio", la consapevolezza che il mondo è diventato un "villaggio globale", l'inesorabile avanzata della globalizzazione e le costanti migrazioni umane, hanno in parte scardinato quelle concezioni culturali etnocentriche e proposto un nuovo pensiero, quello interculturale, che fa dell'ibridazione, delle contaminazioni, degli intrecci, del caos, del meticciato, degli attraversamenti, del disordine organizzato, del non equilibrio, i suoi elementi costitutivi. Ecco perché, in un tale contesto culturale, discettare di identità culturali, profetizzare scontri di civiltà, o esaltare la propria presunta superiorità culturale, appare anacronistico quanto inadeguato.

La cultura comune ad un gruppo rappresenta un collante della società, l'elemento che consente ai suoi membri di capirsi e convivere, e per questo viene preservata e promossa dalla società. Ma, come dicevo sopra, l'abbattimento costante ed ineluttabile di tutte le barriere fisiche e mentali, ha posto con forza una rivisitazione del concetto di cultura, perché è sempre più difficile delimitarlo, come aveva fatto Tylor, quale complesso di credenze, arte, leggi, morali, costumi, capacità acquisiti dall'uomo come membro della società; oppure, come schemi impliciti ed espliciti di comportamento acquisiti e trasmessi con la mediazioni di simboli, di cui Kluckhohn parlava; o meglio, come insieme di manufatti dei beni, dei processi tecnici, delle idee, delle consuetudini, dei valori propri di ciascuna società, mediati e trasmessi dal linguaggio, di cui parlava Malinowski. Come si fa ad utilizzare questi schemi concettuali per distinguere in maniera netta la cultura italiana da quella statunitense, o quella occidentale da quella orientale? Tutto ciò presupporrebbe un richiamo al concetto di purezza, che oggi è in via di

progressivo dissolvimento. Forse anche i sociologi o gli antropologici si devono arrendere e convenire con Clifford Geertz che:

Se vogliamo scoprire in che cosa consiste l'uomo, possiamo trovarlo solo in ciò che gli uomini sono: essi sono soprattutto differenti. È comprendendo questa varietà – la sua ampiezza, la sua natura, i suoi fondamenti e le sue implicazioni – che riusciremo a costruire una concezione della natura umana che abbia sostanza e verità, non un'ombra statistica e nemmeno un sogno primitivista.¹⁶

Ma cosa c'è nell'uomo di naturale e cosa di culturale? È ancora possibile tracciare un confine netto tra due dimensioni che sembrano intrecciarsi in un modo inestricabile? Per dare risposta a questi interrogativi, schiere di filosofi prima, pedagogisti, psicologi, etologi poi e neuroscienziati cognitivi infine, sono partiti dallo studio del comportamento umano, cercando di comprendere:

- a) quali siano i comportamenti geneticamente determinati e quali quelli appresi;
- a) su quali comportamenti agiscono con maggior forza i processi d'apprendimento;
- b) a che livello e in che modo un nuovo apprendimento modifica un precedente comportamento.

Quesiti che ci riportano da dove siamo partiti, cioè alla dicotomia natura-cultura, che per anni ha occupato il dibattito filosofico e scientifico, generando ulteriori polarizzazioni: geni-ambiente, biologia-cultura, innato-acquisito, istinto-apprendimento. Su tale questione, il pensiero filosofico si è soffermato a lungo, mettendo a confronto interpretazioni spesso antitetiche fra di loro: si pensi alle posizioni gnoseologiche dell'innatismo cartesiano rispetto a quelle dell'empirismo lockeiano, o a quelle più recenti del riduzionismo funzionalista di Daniel Dennett, alternativo al soggettivismo di John Searle sull'analisi della coscienza.

¹⁶ Geertz, C., *Interpretazioni di culture*, Il Mulino, Bologna, 1987, p. 96.

Ma anche la pedagogia e più tardi la psicologia hanno contribuito ad arricchire tale dibattito: ricordiamo qui le posizioni di pedagogisti come John Dewey, Maria Montessori, Jean Piaget, o di psicologi come Burrus F. Skinner, Jerome S. Bruner e Howard Gardner, epigoni di una tradizione filosofica che, pur nelle diverse articolazioni, aveva condiviso una posizione “culturalista”, secondo la quale lo sviluppo mentale degli individui è fortemente dipendente dagli stimoli ambientali. Posizione questa ampiamente criticata poi da un nascente movimento di pensiero, che prendeva le mosse dai nuovi risultati nel campo della genetica (a partire dalla scoperta del DNA nel 1953) e che andava attribuendo un diverso e più pregnante peso al patrimonio naturale (genetico) quale spiegazione dello sviluppo cognitivo-emotivo degli individui. Un emblematico quanto eccezionale esempio del dibattito in corso in quegli anni del Novecento è rappresentato dalla disputa sull’origine del linguaggio e dei processi d’apprendimento, nata fra le posizioni costruttiviste di Jean Piaget e quelle innatiste di Noam Chomsky. Un confronto che vide il suo culmine nel convegno tenutosi nell’Abbazia di Royaumont dal 10 al 13 ottobre del 1975 e al quale, oltre ai due grandi scienziati, parteciparono importanti studiosi come Gregory Bateson, Jean-Pierre Changeux, Jerry Fodor, François Jacob, Jacques Monod, Seymour Papert, David Premack e Hilary Putnam.

Le convinzioni piagetiane sull’importanza dell’ambiente, e quindi dell’apprendimento sullo sviluppo della mente umana, erano talmente radicate da convincerlo addirittura che un fenotipo potesse trasformarsi in genotipo.¹⁷ Per l’epistemologo svizzero «non esistono conoscenze che siano

¹⁷ «[L]a fenocopia è un processo biologico in cui alcuni comportamenti [...] o una certa forma, o struttura morfologica, sono acquisiti dal principio dal fenotipo, ma senza ereditarietà. Il fenotipo, a sua volta, modifica l’ambiente interno e modifica i livelli superiori dell’ambiente epigenetico, e allora le variazioni o le mutazioni che possono prodursi nel genoma saranno selezionate, non dall’ambiente esterno, ma da questo ambiente interno o epigenetico che le canalizzerà nella stessa direzione del comportamento già acquisito dal fenotipo; in altre parole vi sarebbe ricostruzione genetica o genica di un’acquisizione fatta dal fenotipo» (Piattelli-Palmarini, M. a cura di, *Linguaggio e apprendimento. Il dibattito tra Jean Piaget e Noam Chomsky*, Jaca Book, Milano, 1991, pp. 89-90).

il risultato di una semplice registrazione di osservazioni, senza una strutturazione dovuta alle attività del soggetto. Ma non esistono neanche (nell'uomo) strutture cognitive *a priori* o innate: soltanto il funzionamento dell'intelligenza è ereditario ed esso genera delle strutture solo mediante una organizzazione di azioni successive esercitate sugli oggetti».¹⁸ E ancora: «[...] ciò che gli innatisti sembrano dimenticare in modo sorprendente, è che esiste un meccanismo così generale quanto l'ereditarietà e che in un certo senso la regola: si tratta dell'autoregolazione, che gioca un ruolo a tutti i livelli, a partire dal genoma, un ruolo tanto più importante quanto più ci si avvicina ai livelli superiori e del comportamento. L'autoregolazione, le cui radici sono evidentemente organiche, è dunque comune ai processi vitali e mentali, e le sue azioni hanno in più il grande vantaggio di essere direttamente controllabili: è dunque in questa direzione e non in quella della semplice ereditarietà che conviene cercare la spiegazione biologica delle costruzioni cognitive, tanto più che, per il giuoco delle regolazioni di regolazioni, l'autoregolazione è per sua stessa natura eminentemente costruttivistica (e dialettica)».¹⁹ E ciò vale per qualsiasi acquisizione cognitiva, compreso il linguaggio²⁰: «[...] le condizioni del linguaggio fanno parte di un insieme più ampio, preparato dai diversi stadi dell'intelligenza sensomotoria. È possibile distinguerne sei, notevolmente differenti per le loro acquisizioni successive, ma ho ritenuto che bastasse caratterizzare sommariamente la logica sensomotoria e poi la comparsa di questa funzione simbolica. È a questo punto che compare il linguaggio, e può quindi beneficiare di tutto ciò che è stato acquisito mediante la logica sensomotoria e la funzione

¹⁸ Ivi, p. 51.

¹⁹ Ivi, pp. 57-58.

²⁰ «Per Piaget (1966), il linguaggio fa parte di una organizzazione cognitiva più generale che affonda le sue radici "nell'azione e nei meccanismi sensomotori più profondi del fatto linguistico"; in particolare, il linguaggio è uno degli elementi di un insieme di manifestazioni che riposano sulla funzione semiotica alla quale partecipano il gioco simbolico, l'imitazione differita e l'immagine mentale» (Ivi, pp. 177-178).

simbolica, nel senso ampio che do a questo termine, di cui il linguaggio è solo un caso particolare. Ritengo dunque che vi sia una ragione per questo sincronismo e un legame tra l'intelligenza sensomotoria e la formazione del linguaggio; la formazione della funzione simbolica, che è un derivato necessario dell'intelligenza sensomotoria, permette l'acquisizione del linguaggio, ed è questo il motivo per cui, da parte mia, non vedo la necessità di conferire l'innatezza a quelle strutture (soggetto, predicato, relazioni, ecc.) che Chomsky chiama "nucleo fisso"». ²¹

Diametralmente opposte le posizioni di Chomsky: «lo studio del linguaggio umano mi ha portato a credere che la facoltà di linguaggio geneticamente determinata, che è una componente della mente umana, specifichi una certa classe di "grammatiche umanamente accessibili". [...] All'interno di una determinata comunità linguistica, i bambini, le cui esperienze sono diverse, acquisiscono grammatiche comparabili, largamente indeterminate sulla base dei dati disponibili. Possiamo concepire la grammatica, rappresentata in qualche modo nella mente, come un sistema che specifica le proprietà fonetiche, sintattiche e semantiche di una classe infinita di frasi potenziali. Il bambino conosce la lingua così determinata dalla grammatica che ha acquisito. Questa grammatica è una rappresentazione della sua "competenza intrinseca". Nel processo di acquisizione del linguaggio il bambino sviluppa anche dei "sistemi di esecuzione" per impiegare questa conoscenza (per esempio, le strategie di produzione e di percezione)». ²² E ancora: «[...] sembra molto plausibile che ciò che noi chiamiamo (usando probabilmente una cattiva metafora) apprendimento del linguaggio (la mia impressione è che si dovrebbe parlare di crescita, *growth*, del linguaggio o qualcosa di simile) implichi lo sviluppo di una struttura

²¹ Ivi, p. 220.

²² Ivi, p. 62.

(*hardware*) specializzata²³ o di un sistema specializzato che perviene al funzionamento nel modo in cui in una certa età ha luogo la maturazione sessuale per ragioni che probabilmente sono profondamente radicate nella genetica, sebbene sia naturale che le condizioni esterne debbano essere appropriate». ²⁴

Ho voluto citare alcuni dei passaggi più significativi dei due grandi studiosi (tralasciando per ovvi problemi di spazio le interessanti osservazioni degli altri autorevoli relatori), per dare l'idea di come questa contrapposizione innato-acquisito, pur nel riconoscimento reciproco di alcune posizioni condivise, si radicalizzasse a tal punto da venire declinata quasi come due opposte «filosofie». Un dibattito, questo di Royaumont, che non si è svolto solo sul piano linguistico e psicopedagogico, ma si è arricchito dei contributi di logici, filosofi, antropologi, biologi, matematici e genetisti, tutti intenti a dibattere ed approfondire una delle tematiche scientifiche e culturali tra le più affascinanti e che da sempre interroga anche la sociologia e la politica. ²⁵

²³ Quella che Chomsky, in un passaggio precedente, definisce *maturazione progressiva di una struttura (hardware) specializzata*.

²⁴ Ivi, pp. 110-111.

²⁵ Così Chomsky nel suo *Riflessioni sul linguaggio* (citato nel testo di Piattelli-Palmarini alle pp. 343-344): «La dottrina secondo la quale la mente umana sarebbe all'inizio non strutturata e malleabile e la natura umana un prodotto interamente sociale è spesso stata associata al pensiero sociale progressista e anche rivoluzionario, mentre le speculazioni concernenti l'istinto umano hanno spesso avuto un colorito conservatore e pessimistico. Si può facilmente capire perché i riformatori e i rivoluzionari diventano spesso e volentieri degli ecologisti radicali, e non c'è dubbio che il concetto di una natura umana immutabile abbia potuto essere (ed è stata) utilizzata per erigere delle barriere contro il cambiamento sociale e per difendere i privilegi costituiti. Ma un'analisi più approfondita rivelerà che il concetto di "organismo vuoto", malleabile e non strutturato, oltre ad essere falso, serve naturalmente anche come supporto alle dottrine sociali più reazionarie. Se gli individui fossero effettivamente malleabili e plastici, senza una natura psicologica essenziale, perché non dovrebbero essere controllati e sottomessi da coloro che vantano autorità, un sapere speciale, un'intuizione eccezionale di ciò che va bene per i meno dotati? La dottrina empirista può facilmente venire plasmata in una ideologia adatta a un partito d'avanguardia che pretenda di avere l'autorità per guidare le masse verso una società che sarà governata da quella "burocrazia rossa" contro la quale Bakunin aveva messo in guardia. Ed altrettanto facilmente in una per i tecnocrati liberali e i dirigenti che monopolizzano i "centri di decisione vitali" nelle istituzioni della democrazia a capitalismo di stato "picchiando il popolo col bastone del popolo", come dice icasticamente Bakunin».

Molto vivace ed interessante è stato anche il confronto televisivo su giustizia, potere e natura umana, che nel 1971 Chomsky aveva avuto con Michel Foucault.

Natura e cultura tra genetica ed epigenetica

Le più recenti ricerche nel campo della genetica e delle neuroscienze hanno profondamente modificato la lettura del rapporto natura-cultura. Studi come quelli sui gemelli, con i quali si cerca di definire con maggiore accuratezza il peso dei fattori ereditari rispetto a quelli ambientali nelle condotte comportamentali, stanno costringendo neuropsichiatri, psicologi, educatori a riscrivere le teorie sulla formazione della personalità e dello sviluppo dell'intelligenza.

Tutto ciò ha reso ormai obsoleto quell'approccio dicotomico natura *versus* cultura che aveva caratterizzato il dibattito interno alle scienze umane per molto tempo. Natura e cultura non sono più alternative, come la visione dell'integrazionismo olistico di Steven Pinker ci sottolinea:

«Tutto il comportamento è frutto di un'inestricabile interazione tra eredità e ambiente durante lo sviluppo. [...] Poiché un dato patrimonio di geni può avere effetti diversi in ambienti diversi, ci può sempre essere un ambiente in cui un effetto dei geni previsto può essere invece ribaltato o cancellato; quindi i geni non impongono costrizioni significative al comportamento. In effetti, i geni sono espressi in risposta a segnali ambientali, quindi non ha senso cercare di distinguere geni e condizioni ambientali; farlo è solo di ostacolo a una ricerca produttiva».²⁶

Come sopra ricordavo, i comportamenti e i processi d'apprendimento, propri dell'essere umano (e non solo), non possono essere compresi e spiegati se non accettando l'interazionismo geni-ambiente come paradigma epistemologico fondante dello loro sviluppo. È la comprensione del rapporto esistente fra i vincoli imposti rispettivamente dalla natura e dalla cultura che ci aprirà nuovi orizzonti, sia sul piano meramente epistemologico e sia su quello prettamente educativo. La comprensione della pressione che l'ambiente esercita sul genoma e le effettive trasformazioni individuali conseguenti, ci aiuterà a meglio definire i processi di sviluppo in atto e a

²⁶ Pinker, S. – *Il puzzle natura-cultura*, MicroMega 4-2005, p. 113.

delineare le azioni educative più efficaci per assecondare o modificare tale percorso formativo.

Lo ribadisce anche Matt Ridley in un passaggio del suo *Il gene agile* (2005):

«La scoperta dei reali meccanismi grazie ai quali i geni influenzano il comportamento umano, e di come il comportamento umano influenzi a sua volta i geni, ci costringe a reimpostare il dibattito in chiave del tutto nuova. Non si tratta più di contrapporre eredità e ambiente - non più nature versus nurture -, ma di considerare invece come la prima si esprima attraverso il secondo: nature via nurture. I geni sono fatti per raccogliere i suggerimenti dell'ambiente. Per comprendere che cosa sia accaduto nell'arena del dibattito, dovremo [...] entrare in un mondo nel quale i geni non sono burattinai che muovono i fili del nostro comportamento, ma piuttosto burattini alla mercé di quel comportamento; un mondo in cui l'istinto non è opposto all'apprendimento e a volte le influenze ambientali sono meno reversibili di quelle genetiche; ancora, un mondo dove la «natura» incontra l'ambiente, l'esperienza e la cultura».²⁷

La grande fiducia che l'opinione pubblica nutre nei confronti della Genetica, provata dall'attesa quasi profetica con cui si accolgono le sue scoperte, ha finito però col trasformarne i suoi assunti in una nuova forma di dogmatismo. L'idea che noi tutti siamo la manifestazione diretta del nostro genoma è ormai imperante. La speranza che a breve una scoperta in campo genetico potrà ribaltare a favore dell'uomo la lotta contro le malattie, è un'aspettativa comprensibile sul piano umano, ma scientificamente infondata. Infatti, sono tanti i lavori che dimostrano l'importanza della pressione selettiva dell'ambiente ecologico e della trasmissione culturale sulla storia evolutiva dell'uomo.

Recenti ricerche nel campo della genetica e della biologia evoluzionistica hanno messo in evidenza come i geni non possono più essere considerati come rigidi vincoli biologici, ma come determinanti naturali che possono essere potenziati, silenziati o assecondati dall'ambiente circostante. Quest'ambito della ricerca scientifica si è arricchito dell'apporto di una

²⁷ Ridley, M., *Il gene agile. La nuova alleanza tra eredità ed ambiente*, Adelphi, Milano, 2005, p. 15.

nuova disciplina, l'*epigenetica*²⁸, che offre una nuova visione del complesso rapporto fra geni ed ambiente: molti lavori scientifici, infatti, hanno fatto emergere come certe condizioni ambientali abbiano modificato non solo il comportamento dell'individuo (fenotipo), ma anche il suo genotipo. Sull'ereditabilità di queste modificazioni epigenetiche ci sono però ancora pareri discordanti, ma la forza trasformativa dell'ambiente sulla struttura genetica (genoma) dell'individuo, appare ormai un dato incontrovertibile.

La prima ricerca che ha messo in dubbio lo "strapotere" dei geni, intesi come semplici stampi, e dell'illusoria riduzione dell'evoluzione naturale all'analisi dei loro cambiamenti quantitativi, è stata quella svolta da Mary-Claire King e A.C. Wilson nel 1975 e con la quale dimostrarono l'esistenza di una distanza genetica ridottissima fra uomo e scimpanzé.²⁹ Ma se non è la differenza genetica, quasi inesistente, a dar ragione della distanza, in termini di differenze fisiche e comportamentali, fra le due specie, allora ci devono essere altri fattori che hanno contribuito a produrre questo salto evolutivo.

Fra i principali responsabili del meccanismo di speciazione dell'uomo, si annoverano fattori biologici e genetici, ma anche ambientali e culturali. Fra quelli genetici un ruolo di primo piano sembrano ricoprirlo i cosiddetti *geni hox*, considerati da molti scienziati proprio come i principali responsabili del processo di divaricazione uomo-scimmia.³⁰ Questi *geni "master"*, definiti *interruttori* da Kandel e *termostati* o *promotori* da Ridley, codificano proteine

²⁸ Termine introdotto nel 1942 dal genetista ed embriologo inglese Conrad Hal Waddington (1905-1975) e che indica la «la branca della biologia che studia le interazioni causali fra i geni e il loro prodotto cellulare e pone in essere il fenotipo». In pratica dei cambiamenti dell'espressione genica ereditabili, che però non modificano la sequenza del DNA. Famosa fu la ricerca in cui alcuni moscerini della frutta del ceppo *wild type*, esposti a fumi d'etere nel corso della crescita, svilupparono una seconda coppia d'ali. Questi individui selettivamente incrociati fra di loro, dopo molte generazioni, svilupparono la seconda coppia di ali anche in assenza dello shock da etere; avevano stabilizzato il loro fenotipo. Waddington chiamò questo fenomeno "assimilazione genetica".

²⁹ La possibilità di poter identificare con esattezza questa differenza genetica (sotto l'1%, in pratica 375 geni differenti sui 25.000 totali) è molto controversa. Ad ogni modo, al di là di una determinazione numerica esatta, resta il fatto che la distanza genetica fra uomo e scimpanzé è stata acclarata ed ha posto nuove questioni di biologia evoluzionistica, che potremmo sintetizzare rifacendoci al titolo di un libro di Jonathan Marks (2002): *Che cosa significa essere scimpanzé al 98%*.

³⁰ Ridley, M., *Il gene agile. La nuova alleanza tra eredità ed ambiente*.

la cui funzione è contribuire ad attivare o disattivare altri geni.³¹ Questo meccanismo, denominato *pleiotropismo genetico*, ha conseguenze molto importanti perché, quando un gene influenza diversi tratti contemporaneamente, in caso di mutazione adattativa, si vanno a stabilizzare anche i cambiamenti in tutti gli altri tratti e questo potrebbe portare a processi di selezione completamente differenti rispetto al tratto inizialmente adattativo.³²

Ma anche i fattori ambientali hanno il loro peso e non nel senso classico dell'evoluzione darwiniana di crivello selettivo entro una variabilità genetica preesistente, ma nel senso di ambiente che avvia i cambiamenti genetici amplificando la plasticità dello sviluppo. Si pensi alle scoperte riguardanti i *meccanismi di espressione genica* ("*tratti epigenetici di DNA*"), che hanno evidenziato l'importante funzione regolativa ricoperta da certe molecole (lattosio, glucosio, triptofano, ecc.) nel silenziare i geni che controllano i processi di proteosintesi. Altri fenomeni epigenetici molto studiati sono anche il trasferimento "orizzontale" di geni (*trasposoni*), lo *splicing* alternativo e l'intercambiabilità degli effetti di cause esogene ed endogene per la determinazione del sesso scoperto nei rettili.³³

³¹ «Per apportare modifiche anche radicali al piano corporeo degli animali non c'è alcun bisogno di inventare nuovi geni, proprio come non c'è alcun bisogno di inventare nuove parole per scrivere un romanzo originale (a meno di non chiamarsi Joyce). In realtà, basta attivare e disattivare sempre gli stessi geni in configurazioni diverse. All'improvviso, ecco un meccanismo per creare cambiamenti evolutivi grandi e piccoli partendo da piccole differenze genetiche. Limitandosi a correggere la sequenza di un promotore o ad aggiungerne uno nuovo, è possibile alterare l'espressione di un gene. E se quel gene codifica esso stesso un fattore di trascrizione, la sua espressione altererà quella di altri geni. Il minuscolo cambiamento di un promotore basterà a produrre, a livello di organismo, una cascata di differenze. Tali cambiamenti potrebbero essere sufficienti a creare una specie interamente nuova senza modificare affatto i geni in quanto tali». (Ridley M, *Il gene agile. La nuova alleanza tra eredità ed ambiente*, p. 62)

³² A tale riguardo c'è un'interessante ipotesi del genetista Edoardo Boncinelli, secondo la quale alcune importanti strutture cerebrali non sono la conseguenza della selezione, bensì effetti collaterali (*free rider* o "pennacchi", secondo la definizione di S. J. Gould e R. C. Lewontin) della selezione per tratti fenotipici molto diversi. In particolare, Boncinelli ipotizza che pressioni selettive sensibili a cambiamenti nelle funzioni dei reni (a seguito della stazione eretta, ad esempio), o alla fissazione di schemi sessuali diversi, possono aver avuto effetti secondari sull'espansione della corteccia cerebrale e su struttura e funzione della laringe; questo sarebbe possibile perché il gene "master" *Otx1* controlla sia lo sviluppo della laringe, che dell'orecchio interno, dei reni, dei genitali esterni e dello spessore della corteccia cerebrale. Quindi, l'evoluzione del linguaggio e della cognizione potrebbero essere l'effetto secondario di altri adattamenti selettivi. (Piattelli Palmarini, M. e Fodor, J., *Gli errori di Darwin*, Feltrinelli, Milano, 2010, p. 55)

³³ «Il drago barbuto, *Pogona vitticeps*, presenta un caso di transizione continua fra determinazione del sesso indotta dalla temperatura e indotta dai geni (Quinn et. al., 2007)». (Ivi, p. 85)

Negli esseri umani, invece, il caso più chiaro e più studiato di ereditabilità di modificazioni epigenetiche è quello della carestia causata dai nazisti in Olanda nell'inverno del 1944-45. La denutrizione delle donne incinta provocò la nascita di figli di altezza e peso nettamente inferiori alla norma; il dato sorprendente è che ora le nipoti di quella generazione, nonostante una storia di nutrizione normale, continuano a partorire figli di altezza e peso sotto la norma.³⁴

Questi meccanismi epigenetici ci proiettano nel mondo della cosiddetta ricerca “*evo-devo*” o *biologia evolutiva dello sviluppo*.³⁵ Un programma di ricerca che mette insieme i risultati della biologia evoluzionistica e quelli della biologia dello sviluppo: il concetto basilare di questo campo di ricerca interdisciplinare è che l'evoluzione e la diversificazione degli animali e delle piante può essere spiegata dai cambiamenti funzionali dei geni che controllano lo sviluppo. La biologia evoluzionistica e la ricerca genetica avevano sempre trascurato gli altri fattori che intervengono nell'espressione fenotipica e che retroagiscono sull'espressione genica stessa. In sostanza, fino ai lavori di questa nuova sintesi, si erano trascurati tutti i fattori che sovrintendono il processo di ontogenesi.³⁶

Una teoria che ha cercato di chiarire questo aspetto e in particolare il rapporto che si instaura fra genoma, strutture cellulari, ambiente uterino e ambiente sociale, è la “*Teoria dei Sistemi di Sviluppo*” di Susan Oyama (1985). Per ‘sistema di sviluppo’ qui s'intende l'insieme complesso di interattori a più livelli che partecipano del processo ontogenetico. L'informazione (sia essa genetica, cellulare o ambientale) che circola nel

³⁴ Ivi, pp. 79-80.

³⁵ Questa espressione è stata coniata alla metà degli anni '90 ed è l'abbreviazione di due parole “*evolution*” e “*development*”, viste come le due facce della stessa moneta.

³⁶ «Evolgono le ontogenesi, non i geni e non gli adulti. I geni mutati vengono passati alla progenie solo nella misura in cui favoriscono la sopravvivenza delle ontogenesi; lo stato adulto è solo una frazione dell'ontogenesi». (McKinney e Gittelman, 1995, cit. in Piattelli Palmarini, M. e Fodor, J., *Gli errori di Darwin*, pp. 33-34)

sistema è il risultato della ‘reciproca selettività’ degli interattori coinvolti nel sistema stesso. I geni e i loro prodotti reagiscono gli uni al comportamento degli altri, perciò l’informazione è diffusa e circolare e le forme che si originano sono frutto della reattività della materia ai vari livelli:

«Poiché la mutua selettività, reattività e i reciproci legami hanno luogo soltanto nei processi in atto, sono questi ultimi a orchestrare l’attività delle differenti porzioni di DNA, che rendono interdipendenti le influenze genetiche e ambientali nella misura in cui i geni e i loro prodotti sono ambienti gli uni per gli altri, l’ambiente esterno è reso interno tramite assimilazione psicologica o biochimica e lo stato interno è esternato attraverso effetti comportamentali che selezionano e organizzano il mondo circostante».³⁷

Come si vede, la teoria di Oyama finisce per investire le tradizionali dicotomie legate all’innato e all’acquisito; ‘biologico’, ‘genetico’, ‘naturale’, qui perdono il loro stigma di necessità filogenetiche, poiché geni e ambiente sono in dialogo costante e lo sviluppo ontogenetico dell’individuo rimane il prodotto della pressione selettiva che geni e ambiente esercitano l’uno sull’altro. Come sappiamo, qualsiasi capacità naturale – come la visione, il linguaggio, il camminare, ecc. – è soggetta a periodi critici di attivazione, in cui opportune stimolazioni risultano cruciali per il loro corretto sviluppo. «La camminata appresa nel contesto del tappeto sul pavimento di un salotto – ricorda Steven Rose – non sarà uguale a quella appresa nella savana o nel deserto; come per tutti gli aspetti del comportamento, camminare significa camminare in un contesto».³⁸

Vista con questa prospettiva, la selezione naturale deve necessariamente abbandonare il dogma dell’evoluzione per via genetica e abbracciare una teoria dell’ereditarietà in cui la pressione selettiva non agisce solo sui geni, ma anche sull’insieme degli interattori implicati nel sistema di sviluppo.

³⁷ Oyama, S., *The Ontogeny of Information. Developmental Systems and Evolution*, Duke University Press, Durham (NC), 2000, p. 26 (traduzione Federico Morganti).

³⁸ Rose, S., *Il cervello del XXI secolo. Spiegare, curare e manipolare la mente*, Codice-Le Scienze, Torino 2005, p. 143.

Seguiamo le parole della stessa Oyama:

«Abbandonare la miriade di sterili distinzioni natura-nurture³⁹, richiede allora che si abbandonino le nostre tradizionali semplicistiche nozioni di causa ed effetto, di soggetto e oggetto in quanto opposti mutuamente esclusivi, e di ordine come traduzione o imposizione piuttosto che come trasformazione ed emergenza. [...] Il biologico, lo psicologico, il sociale e il culturale sono collegati non come cause alternative bensì come livelli di analisi».⁴⁰

Per Oyama, dunque, la *natura* non è trasmessa, ma costruita. La natura è un prodotto di quei processi che sono le interazioni di sviluppo che chiamiamo *nurture*. La natura è culturale; la cultura è naturale. Concetto ribadito dallo stesso Ridley, per il quale la capacità di produrre cultura deriva da preadattamenti fortuiti, sostenuti da geni, che dotarono la mente umana di un talento pressoché illimitato nell'accumulare e trasmettere idee:

«Sono i geni che mettono la mente umana in condizioni di apprendere, ricordare, imitare, «imprintarsi», assorbire cultura ed esprimere istinti. I geni non sono burattinai - e nemmeno progetti. Né sono semplicemente i veicoli dell'informazione ereditaria. Essi sono attivi durante la vita; si attivano e disattivano reciprocamente; reagiscono all'ambiente. Possono dirigere la formazione del corpo in generale e del cervello in particolare già nel grembo materno; poi, però, in risposta all'esperienza, si accingono quasi immediatamente a smantellare e ricostruire quanto hanno appena edificato. I geni sono al tempo stesso causa e conseguenza delle nostre azioni. In qualche modo, coloro che nella controversia sono a favore dell'influenza dell'ambiente, si sono fatti scioccamente spaventare dal potere e dall'inevitabilità dei geni, lasciandosi sfuggire la cosa più importante, e cioè che anch'essi, i geni, sono schierati dalla loro parte».⁴¹

Superare la dicotomia natura-cultura non significa però naturalizzare i fenomeni culturali o al contrario culturalizzare i fenomeni naturali. Sarebbe un modo diverso di confermare la dicotomia stessa. Quello che bisogna fare è invece decostruire la dicotomia, stravolgendo i precedenti schemi

³⁹ Allitterazione coniata nel 1874 da Francis Galton (1822-1911).

⁴⁰ Oyama S., *The Ontogeny of Information. Developmental Systems and Evolution*, pp. 92-93. (traduzione Federico Morganti).

⁴¹ Ridley, M., *Il gene agile. La nuova alleanza tra eredità ed ambiente*, p. 21.

interpretativi per arrivare a pensare che siamo più naturali attraverso la cultura e più culturali attraverso la natura.⁴²

«L'essere umano – come ci ricorda acutamente Edgar Morin – ci appare nella sua complessità contemporaneamente come totalmente biologico e totalmente culturale. Il cervello con cui pensiamo, la bocca con la quale parliamo, la mano con la quale scriviamo sono organi nello stesso tempo totalmente biologici e totalmente culturali. Ciò che è più biologico – il sesso, la nascita, la morte – è anche ciò che è maggiormente imbevuto di cultura. Le nostre più elementari attività biologiche – come mangiare, bere, defecare – sono strettamente legate a norme, divieti, valori, simboli, miti, riti, cioè a ciò che vi è di più specificatamente culturale; le nostre attività più culturali – come parlare, cantare, danzare, amare, meditare – mettono in moto i nostri corpi e i nostri organi, tra cui il cervello. Ormai il concetto di uomo – conclude Morin – ha doppia entrata: un'entrata bio-fisica, un'entrata psico-socio-culturale ed entrambe si richiamano a vicenda».⁴³

Natura-cultura ed educazione

Come si declina questa rinnovata sintesi tra natura e cultura nei processi educativi? Se i processi di insegnamento-apprendimento devono essere reinterpretati alla luce di questi nuovi assunti, cosa cambia ai fini didattico-educativi per chi apprende e per chi insegna? Vanno riscritte teorie? Ripensati processi? Riviste politiche educative? Direi di no.

Il mondo pedagogico è stato sempre molto accorto, adottando “clausole di salvaguardia”.⁴⁴ Le teorie pedagogiche, pur oscillando fra

⁴² Pievani, T., *Quella volta che siamo diventati umani*, Lettera Int., 80, 2004, p. 47.

⁴³ Morin, E., *La testa ben fatta. Riforma dell'insegnamento e riforma del pensiero*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2000, pp. 37-38.

⁴⁴ «[L]a maggior parte degli insegnanti (e dei genitori) si è guardata bene dal sottoscrivere esplicitamente il behaviorismo o la psicologia dei tratti individuali, e nelle loro convinzioni e attività è prevalso il pragmatismo». (Gardner, H., *Sapere per comprendere*, Feltrinelli, Milano, 2006, p. 67)

posizioni “naturaliste” (Rousseau) e “culturaliste” (Vygotskij, Bruner)⁴⁵, pur ispirando forti contrapposizioni fra alfieri dell’innatismo (Chomsky) e paladini del costruttivismo (Piaget, Gardner), non sono mai riuscite a condizionare in maniera totalizzante l’insegnamento, improntato invece alla prudenza (*phronesis*) didattica, una “virtù” indispensabile per evitare derive teoretiche e dogmatiche.⁴⁶ Questo è stato possibile anche perché i paradigmi pedagogici antinomici si confrontavano, dialogavano e si “mitigavano” a vicenda.

Ad ogni modo, la didattica sul campo, se da una parte deve continuare a mantenere una giusta quanto indispensabile autonomia dalla teoria pedagogica, dall’altra non può ignorare i risultati della ricerca sperimentale e arroccarsi su proposte didattiche consolidate dalla prassi quotidiana. Pena un’evidente dissonanza cognitiva nella relazione con un mondo ipertecnologico in perenne cambiamento e che reclama metodi, strumenti e processi ad esso adeguati e che solo un costante e consapevole processo d’innovazione didattico-educativo può garantire.

Se oggi natura e cultura vengono visti sotto una nuova luce, una luce fatta di intrecci e vincoli reciproci, dove sono scomparse gerarchie, dogmatismi, necessità, e le conquiste culturali più straordinarie (linguaggio e simbolismo) vengono comprese, spiegate ed interpretate con l’ausilio di nuove sintesi concettuali⁴⁷, è grazie all’apporto degli studi sulla mente

⁴⁵ «Il compito del culturalismo è duplice. Sul versante “macro”, guarda alla cultura come sistema di valori, di diritti, di scambi, di obblighi, di opportunità, di potere. Sul versante “micro”, esamina come le richieste di un sistema culturale influenzano coloro che devono operare al suo interno. In questo spirito il culturalismo si concentra sul modo in cui gli individui costruiscono “realtà” e significati che permettono loro di adattarsi al sistema, con quali costi personali e con quali aspettative. Il culturalismo non comporta nessuna particolare teoria sulle limitazioni psicobiologiche che intrinseche che influenzano il modo di operare degli esseri umani, e in particolare il fare significato, ma solitamente le dà per scontate e studia come vengono gestite dalla cultura e dal suo sistema educativo istituzionale». (Bruner, J. S., *La cultura dell’educazione*, Feltrinelli, Milano, 2001, p. 25)

⁴⁶ «[L]’ultimo secolo ha visto importanti esperimenti pedagogici ideati da educatori carismatici come Maria Montessori, Rudolf Steiner, Shinichi Suzuki, John Dewey e A. S. Neill. Le loro iniziative hanno avuto un successo notevole [...], ma hanno inciso in misura relativamente superficiale sulle grandi istituzioni educative del mondo contemporaneo». (Gardner, H., *Sapere per comprendere*, Feltrinelli, Milano, 2006, p. 40)

⁴⁷ Ad esempio, quella epigenetica, dell’evo-devo o dell’interazionismo costruttivistico.

umana (psicologia), sul cervello (neuroscienze e biologia) e sulle culture (antropologia).

È questa enorme messe di studi che obbliga il mondo dell'educazione a ripensare processi e prodotti, a riprogettare ambienti e a rivedere strategie organizzative. In particolar modo, l'incremento esponenziale degli studi sul cervello, grazie soprattutto alle nuove tecniche di *brain imaging*, e l'aspirazione di poter riscrivere con essi la storia dei processi cognitivi ed emotivi, ha indotto i ricercatori ad andare oltre la lettura meramente neurologica dei risultati ed inaugurare un dialogo, fino a qualche anno fa impensabile, fra il campo delle neuroscienze e quello delle scienze umane (filosofia, pedagogia, sociologia, arte, politica, economia). E proprio per evitare desuete contrapposizioni antinomiche e consuete dicotomie epistemologiche, si lavora alla teorizzazione e alla costruzione di "ponti" fra discipline spesso considerate incompatibili fra di loro e alla delineazione di nuove discipline "ibride".⁴⁸

Pensiamo, ad esempio, all'acquisizione della lettura. Il neuroscienziato cognitivo Stanislas Dehaene, sulla scorta dei concetti di *bricolage evolutivo* (Jacob, 1977) ed *exaptation* (Gould, Vrba, 1982), propone da anni un'interessante teoria secondo la quale le acquisizioni culturali dell'uomo sono state talmente abbondanti e rapide, che l'evoluzione non ha avuto il tempo necessario per evolvere il nostro patrimonio genetico e dotare l'uomo delle strutture cerebrali specifiche per la lettura. Quindi deve essersi verificata una sorta di "*riciclaggio neuronale*" di strutture che avevano altre funzioni (nel caso della lettura, un'area della corteccia visiva) e che le perdono in parte per favorire l'esecuzione dei nuovi compiti.⁴⁹ Queste

⁴⁸ Sempre più sentiamo parlare di *neuropedagogia*, *neurofilosofia*, *neuroetica*, *neuroestetica*, *neuroeconomia*, ecc.

⁴⁹ «[P]er imparare a leggere dobbiamo riconvertire zone corticali più arcaiche evolutivamente, e rischiamo quindi di perdere in parte alcune capacità affidate alla stessa area della corteccia» (Dehaene, S., *Siamo tutti neuroni riciclati*,

ricerche sono una chiara rappresentazione di come natura e cultura si compenetrino a tal punto che è impossibile delinearne i confini. Dehaene dimostra come «l'educazione alla lettura ha profondamente "umanizzato" il nostro cervello da primati, fino a riciclare alcune aree preesistenti per specializzarle verso simboli scritti».⁵⁰ E conclude dicendo che:

«Ricerche di questo tipo indicano che altri apprendimenti scolastici – musica, bilinguismo, etica – sconvolgono altrettanto i nostri circuiti neuronali. Si profila un vasto programma di ricerca internazionale, che miri a comprendere i processi educativi e il loro impatto sul cervello per meglio discernere le influenze congiunte della genetica e della cultura sui processi mentali che caratterizzano *Homo sapiens*».⁵¹

MicroMega 7-2010, p. 157). In questo passaggio Dehaene fa riferimento al conflitto fra volti e parole scritte, emerso da un suo recente lavoro scientifico e che dimostrerebbe la fondatezza della teoria del riciclaggio neuronale.

⁵⁰ Ivi, pp. 158-159.

⁵¹ Ivi, p. 159.

LE NEUROSCIENZE IN DIALOGO CON LE SCIENZE UMANE

Sgombriamo subito il campo. Questo lavoro non vuole essere l'ennesimo cedimento delle scienze umane alla ricerca neuroscientifica, un ambito della ricerca scientifica che sta letteralmente “cannibalizzando” i più disparati domini della cultura umana (filosofia, pedagogia, politica, economia, etica, estetica, marketing, ecc.), confermando ma in certi casi ribaltando assunti consolidati. Anche se a volte questa “rivoluzione neuroscientifica”, a causa di letture superficiali e approssimative e di vere e proprie “fughe in avanti”, assume i contorni di una preoccupante “*neuro-mania*”: «Si affacciano oggi sulla scena nuovi ambiti di ricerca caratterizzati dal cortocircuito tra saperi antichi – come l'economia, l'etica, la politica, la teologia – e le scoperte sul funzionamento del cervello. Le discipline nate grazie al prefisso ‘neuro’ cercano di scavalcare la mente».⁵²

Insomma, non vorremmo approfittare del cosiddetto “effetto cervello”. Alcune ricerche, infatti, hanno dimostrato come basti aggiungere una spiegazione «neuroscientifica» per rendere più soddisfacenti anche le affermazioni più illogiche⁵³, o come l'associazione di un'immagine irrilevante del cervello possa rendere un argomento più accettabile e far sì che le persone lo ritengano più plausibile di quando lo stesso argomento viene

⁵² Legrenzi, P. e Umiltà, C., *Neuro-mania. Il cervello non spiega chi siamo*, Il Mulino, Bologna, 2009.

⁵³ Weisberg, D. S., Keil, F., Goodstein, J., Rawson, E., and Gray J. R., *The seductive allure of neuroscience as an explanation*, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2008 March; 20(3): pp. 470-477.

proposto senza l'immagine del cervello.⁵⁴ A causa di questo indubbio fascino culturale, i media e l'opinione pubblica hanno mostrato una tendenza a semplificare eccessivamente e spesso a fraintendere le conclusioni che derivano dagli studi che si avvalgono dell'ausilio delle tecniche di *brain imaging*.⁵⁵

Per chi si occupa di pedagogia, però, penso sia un dovere confrontarsi con gli apporti scientifici provenienti dalle neuroscienze. Questo perché oggi è impensabile addentrarsi in questioni didattico-educative (ad esempio, l'apprendimento della lettura o del calcolo matematico, piuttosto che l'empowerment e l'empatia in classe), facendo a meno dei risultati provenienti dal campo neuroscientifico. Molte teorie psicologiche, infatti, in seguito alle nuove acquisizioni delle neuroscienze, devono essere addirittura riscritte (si pensi a quella sull'autismo), e questo finisce per avere inevitabili ripercussioni sulle concezioni pedagogiche e sui modelli didattici utilizzati nel campo educativo. Tale confronto, però, deve avvenire senza abbandonarsi a scontati riduzionismi e senza produrre arroccamenti su posizioni scettiche, che finirebbero solo per dar vita all'ennesima dicotomia (cerebralismo/mentalismo, materialismo/idealismo). L'intento, invece, è di inaugurare una stagione di dialogo interdisciplinare e sperimentale, che possa portare a nuove sintesi teoriche:

«I progressi nelle ricerche su mente, cervello ed educazione richiedono una genuina collaborazione tra ricercatori e professionisti, con entrambi i gruppi che lavorano insieme per contribuire all'indagine e alla conoscenza. I risultati delle ricerche possono chiarire le prassi educative e le osservazioni educative possono fornire domande e intuizioni per la ricerca».⁵⁶

⁵⁴ McCabe, D. P. and Castel, A. D., *Seeing is believing: The effect of brain images on judgments of scientific reasoning*, *Cognition* 107 (2008), pp. 343-352.

⁵⁵ Racine, E., Bar-Ilan, O., and Illes, J., *fMRI in the public eye*, *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 159-164.

⁵⁶ Battro, A. M., Fischer, K. W. and Léna, P. J., *Introduction: Mind, brain, and education in theory and practice*, in *The Educated Brain. Essays in Neuroeducation* (edited by Antonio M. Battro, Kurt W. Fischer and Pierre J. Léna), Cambridge University Press, 2008, p. 5.

L'obiettivo, quindi, è costruire un ponte fra quelle che ad oggi rimangono due sponde ancora molto lontane fra di loro: pedagogia e neuroscienze.

C'è un interesse crescente nel mondo occidentale per questa area di ricerca. Prova ne è l'aumento considerevole negli ultimi cinque anni degli articoli pubblicati su questo argomento, l'esistenza di un'associazione (*International Mind, Brain and Education Society - IMBES*), l'organizzazione di convegni internazionali ("*Mind, brain & education*" del 2003, *convegni dell'IMBES* nel 2007, 2009 e 2011), la redazione di una rivista trimestrale specializzata ("*Mind, Brain and Education*"), l'istituzione di percorsi formativi per docenti e ricercatori (*PhD program in Educational Neuroscience* alla Gallaudet University, *Mind, Brain and Teaching Graduate Education Certificate* alla John Hopkins University, *Master in Mind, Brain, and Education* alla Harvard University) e la messa a punto di programmi didattico-educativi specifici (*Neuroscience & the Classroom: making a connections*, un corso on-line della Annenberg Learner). Il fatto stesso che una prestigiosa istituzione come la Royal Society, con il progetto *Brain Waves*, senta la necessità di intraprendere un percorso di approfondimento del fenomeno "neuro" applicato ai vari campi del sapere, conferma l'attualità di questi studi.⁵⁷

⁵⁷ «L'insieme delle "neuro" discipline si prestano ad applicazioni in diverse aree delle politiche pubbliche come la salute, l'educazione, la legge e la sicurezza. Più ampiamente, il progresso nelle neuroscienze sta sollevando nuovi quesiti riguardo alla personalità, all'identità, alla responsabilità, alla libertà, così come sono stati associati ad argomenti etici e sociali. Lo scopo del progetto Brain Waves della Royal Society è quello di esplorare cosa possono offrire le neuroscienze, quali siano le sue limitazioni e quali siano i potenziali benefici e i rischi creati da particolari applicazioni». (*Brain Waves Module 1: Neuroscience, Society, Policy*, The Royal Society, 2011, p. 2) (traduzione mia)

Nico si riprese molto bene. Le crisi scomparvero, non perse mai il linguaggio e in pochi giorni riprese a camminare. Adesso è un bambino sano e un buon alunno a scuola. Il fatto strabiliante è che dal suo comportamento visibile nessuno indovinerebbe mai questa impressionante asportazione di tessuto neuronale. Infatti, se non si vedono le sue neuro immagini non si riesce semplicemente a credere che Nico abbia solo metà cervello. [...] Come può un cervello a metà sorreggere una mente intera?

Antonio M. Battro

NEUROEDUCATION

Una questione terminologica

Prima di affrontare l'analisi di questo ambito di ricerca, corre l'obbligo di chiarire alcune questioni epistemologiche, che inevitabilmente sorgono quando si cerca di definire una nuova area di studio.

L'obiettivo di questo lavoro, lo dicevo in apertura, è quello di fare il punto sulle relazioni sempre più strette che si stanno creando fra il mondo della ricerca neuroscientifica, e in particolar modo delle neuroscienze cognitive, e il campo didattico-educativo. Per fare ciò, diventa irrinunciabile partire dalla questione epistemologica, per chiarire se siamo di fronte alla nascita di una nuova scienza empirica, di un nuovo paradigma di ricerca, oppure di un "terreno di scambio" di esperienze empiriche di discipline epistemologicamente lontane fra loro. Se a questo aggiungiamo la constatazione che parliamo di studi effettuati in gran parte nella cultura anglo-sassone e che in ogni caso i lavori pubblicati a livello internazionale sono in lingua inglese, con i relativi problemi di traduzione, ci rendiamo conto di quanto si renda necessario soffermarsi anche sulle questioni

meramente linguistico-terminologiche. Un caso emblematico è rappresentato dal termine “*education*”, che nella traduzione italiana “educazione” assume significati ben diversi rispetto a quelli che tale lemma indica nella cultura anglofona.⁵⁸

Per fare una corretta analisi degli elementi in campo è necessario perciò sapersi muovere su un terreno che appare sempre più insidioso, a causa della proliferazione incontrollata di concetti, definizioni e neologismi, che provano a spiegare, non sempre con successo, le peculiarità epistemologiche dei propri ambiti di ricerca. Vedremo successivamente quanti neologismi sono stati coniatati e quali termini sono stati “ripescati”, per identificare e caratterizzare l’area della ricerca neuroeducativa.

La necessità di far dialogare le neuroscienze e il mondo dell’educazione è cresciuta a tal punto da ingenerare una congerie di approcci sperimentali, dalle sottili quanto impalpabili distinzioni epistemologiche e terminologiche, che hanno creato un certo disorientamento in chi vi si avvicina per la prima volta. Ad oggi, la letteratura internazionale annovera numerose denominazioni: *Educational Neuroscience* (Geake, 2009), *Neuroapprendimento* (Bruer, 2003), *Neuroeducation* (Fischer, 2004; Goswami, 2004; Petitto and Dunbar, 2004) *Brain-based Education* (Caine, Caine, 1995), *Neuropedagogy* (Danesi, 1988), *Mind, Brain and Education* (Battro, 2007), *Neurodidattica* (Preiss, 1998; Herrmann, 2006).

Per evitare che anche questa riflessione contribuisca ad aumentare la confusione lessicale a cui accennavo sopra, voglio esplicitare i criteri che ho deciso di adottare nell’utilizzo di alcuni termini e che cercherò di rispettare in questo lavoro. Per riferirmi all’approccio empirico che viene illustrato in

⁵⁸ In lingua inglese per *Education* si intendono tutti i processi di insegnamento-apprendimento che avvengono in ambienti formalizzati: ha molte assonanze col nostro termine “istruzione”. In italiano, invece, il termine educazione indica un processo che coinvolge essenzialmente la sfera emotivo-affettiva, sociale e valoriale.

questo lavoro, ho preferito utilizzare il termine *neuroeducation*, e questo per diverse ragioni:

- a) con tutti i limiti epistemologici e filosofici, mi sembra che meglio di altri metta in evidenza la peculiarità di questo nuovo approccio pedagogico. Certo la radice '*neuro*', come diversi autori hanno sottolineato, potrebbe indurre ad uno scetticismo scienziato e riduzionista, ma ritengo che il suo impiego sia doveroso, visto che i risultati provenienti dalle neuroscienze cognitive costituiscono i suoi parametri di riferimento;
- b) la preferenza per il termine inglese *neuroeducation* è legata sia al rispetto per l'area anglofona, in cui questo ambito di ricerca è nato e si sta maggiormente sviluppando, e sia perché l'eventuale traduzione letterale nell'italiano neuroeducazione ne avrebbe alterato il reale significato;⁵⁹
- c) a differenza di *Educational Neuroscience*, che si riferisce più alla ricerca neuroscientifica utile per la soluzione delle problematiche didattico-educative, o di *Mind, Brain, and Education*, che pur teorizzando uno spazio transdisciplinare di indagine, mantiene distinti questi tre ambiti, il termine *neuroeducation* fa trasparire già sul piano terminologico l'intenzione di caratterizzarsi come un nuovo paradigma di ricerca educativa o addirittura come una nuova scienza.

Il termine stesso "educatore" lo utilizzerò più in senso anglosassone, rimandandone il significato alla sua dimensione istruttiva-apprenditiva, piuttosto che a quella valoriale-relazionale. Avrei potuto utilizzare il termine

⁵⁹ «Più propriamente occorrerebbe usare neuroistruzione o neuroinsegnamento: ma probabilmente con questo si finirebbe per "chiudere" un po' il senso dell'inglese dato che nell'*Education* non vi è solo l'insegnamento ma anche l'apprendimento e che la dimensione istruttoria a sua volta non esaurisce lo specifico dell'*Education* che mantiene comunque una dimensione valoriale e quindi in senso proprio educativa». (Rivoltella, P. C., *Neurodidattica. Insegnare al cervello che apprende*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012, p. 40)

insegnante, ma ciò avrebbe indotto a pensare che l'ambito di intervento della ricerca neuroeducativa sia solo la classe scolastica. Pur consapevole che la *neuroeducation* sta indagando quasi esclusivamente i processi cognitivi coinvolti negli apprendimenti scolastici, sono convinto che questo nuovo approccio di ricerca sia destinato a guidare quanto prima anche la ricerca in altri settori. D'altronde, pur nella specificità di certi apprendimenti, i processi coinvolti nell'acquisizione di conoscenze, abilità e competenze, sono trasversali.

Flash sul “soggetto cerebrale”

La rivoluzione cognitiva degli anni '50 del secolo scorso ha aperto la strada allo studio e alla comprensione dei processi cognitivi (memoria, apprendimento, percezione, attenzione, emozione, ecc.), lasciati in disparte dalla ricerca comportamentista. Capire cosa avveniva nella “scatola nera” era diventato una priorità della psicologia; questo nuovo e difficile percorso euristico fu arricchito dai contributi provenienti da un'area interdisciplinare denominata *scienze cognitive*, nata negli anni '70 dalla convergenza e dagli apporti di altre discipline (cibernetica, linguistica, neuroscienze, filosofia della mente, antropologia, ecc.), i cui lavori scientifici consentivano una più completa e approfondita comprensione dei processi mentali.

Un altro momento di svolta nella ricerca psicologica è rappresentato dal diffondersi delle tecniche di *neuroimaging funzionale* (*fMRI*, *PET*, *MEG*, *NIRS*, *TMS*)⁶⁰, che hanno consentito ai ricercatori di vedere “in vivo” l'attivazione

⁶⁰ «Le tecniche di visualizzazione delle strutture cerebrali (neuroimmagini) cominciarono ad essere ideate circa 40 anni fa. Il recente sviluppo dei metodi di visualizzazione funzionale da parte dei fisici medici ha destato particolare attenzione. Tali metodi consentono letteralmente di vedere all'interno del cranio e indagare così il cervello umano mentre pensa, impara o sogna. Le tecniche elettrofisiologiche per rilevare l'attività neuronale sono basate sulle variazioni del potenziale di membrana dei neuroni attivati. Le tecniche di visualizzazione del cervello sfruttano l'osservazione delle variazioni del metabolismo energetico necessario per attivare i neuroni. Il gradiente elettrochimico che sposta gli ioni all'interno e all'esterno del neurone (e che è all'origine del potenziale sinaptico e del potenziale d'azione) ha bisogno di energia per funzionare. Il glucosio e l'ossigeno vengono rilasciati nel cervello attraverso la circolazione cerebrale. Grazie alla giunzione neurovascolare, si ha un aumento locale del flusso sanguigno cerebrale

delle aree cerebrali e comprendere il funzionamento dei processi cognitivi ad essi correlati. In questo modo è stato possibile dare ai processi cognitivi una più precisa collocazione spaziale e una più accurata lettura funzionale.

Questi progressi neuroscientifici hanno avuto un impatto molto forte sul mondo scientifico e non solo. È difficile trovare un ambito delle scienze umane, o della cultura più in generale, che non sia stato “toccato” dai risultati di queste ricerche. Tanto che si sta diffondendo quella che Francisco Ortega definisce *neuroculture*, ossia «un insieme di settori culturali aventi a che fare con il mondo “neuro”, la cui estensione è tale da poter affermare che “dalla politica pubblica alle arti, dalle neuroscienze alla teologia, gli uomini sono spesso trattati come riducibili ai loro cervelli”. La neurocultura, o meglio le neuroculture, esprimono il fatto particolarmente significativo che, nonostante la loro intrinseca complessità e l’accentuata

nelle aree attive, che si verifica molto rapidamente. I moderni apparati per le neuroimmagini misurano queste variazioni del flusso sanguigno cerebrale locale e le utilizzano come indice dell’attività neurale. La prima tecnica funzionale sviluppata è stata la *Tomografia ad Emissione di Positroni (PET)*. Questa procedura richiede di iniettare al soggetto dei traccianti radioattivi che sono legati ad un composto di interesse biologico (come un farmaco che si lega al recettore di un neurotrasmettitore). Una serie di anelli di rilevatori circonda la testa del soggetto e registra l’istante e la posizione delle emissioni gamma che vengono prodotte dall’isotopo nucleare mentre attraversa il cervello e decade. La PET può essere utilizzata per produrre delle mappe di variazioni locali nel flusso sanguigno cerebrale (CBF). Queste misurazioni hanno portato all’individuazione delle funzioni cerebrali sensoriali, motorie e cognitive negli esseri umani. La PET ha però diversi svantaggi, il maggiore dei quali è la necessità di iniettare un tracciante radioattivo. Ciò implica che non tutti possono sottoporsi ad un’indagine PET (come i bambini e le donne in gravidanza), ed il numero di misurazioni che possono essere fatte durante una sessione è limitato. In seguito è stata sviluppata una tecnica completamente differente, chiamata *Immagine di Risonanza Magnetica (MRI)*, che ha il vantaggio di essere assolutamente “non invasiva” e di non richiedere l’uso di sostanze radioattive. Questo consente di sottoporre all’esame persone di ogni età. La MRI può essere usata per produrre immagini molto particolareggiate delle strutture cerebrali, ed il recente sviluppo di un’ulteriore tecnica detta *Immagine di Tensore di Diffusione (DTI)* consente di ottenere ricostruzioni minuziose delle fibre di sostanza bianca che connettono le regioni cerebrali. Una delle applicazioni più entusiasmanti della tecnologia MRI è il metodo chiamato *Immagine di Risonanza Magnetica funzionale (fMRI)*. Questa tecnica è basata sulle differenti proprietà magnetiche dell’ossiemoglobina e della desossiemoglobina nel sangue (per questo il segnale della fMRI è detto *BOLD* (blood oxygenation level dependent = dipendente dal livello di ossigenazione del sangue). L’aumento dell’attività neuronale causa un movimento di ioni che attiva pompe ioniche che richiedono consumo d’energia provocando un aumento del metabolismo energetico e del consumo di ossigeno; questo porta ad un aumento dell’emoglobina deossigenata e ad un calo del segnale di magnetizzazione. L’aumentato consumo di ossigeno è seguito, dopo pochi secondi, da un incremento locale del flusso sanguigno cerebrale. Tale incremento supera quello del consumo di ossigeno; si ha dunque un aumento relativo della quantità di ossiemoglobina e, conseguentemente, dell’entità del segnale. L’esatto meccanismo che porta all’aumento del flusso sanguigno cerebrale non è ancora chiaro, ma si ritiene che sia dovuto ad un segnale legato ad un neurotrasmettitore». (*La scienza del cervello. Una introduzione per giovani studenti*, British Neuroscience Association – European Dana Alliance for the Brain - Società Italiana di Neuroscienze, IBRO, 2006, pp. 41-42). La NIRS o Spettrografia Transcranica nel Vicino Infrarosso, detta anche Topografia Ottica (OT) è invece una tecnica di neuroimmagine di recente ideazione, che sfruttando la luce del vicino infrarosso (near infrared) riesce a valutare i cambiamenti ematici che avvengono a livello corticale.

specializzazione, le neuroscienze suscitano un grande interesse e una grande curiosità nel pubblico in generale». ⁶¹

Le neuroscienze stanno di fatto imponendo un vero e proprio cambio di paradigma scientifico in senso kuhniano. Nonostante le riserve e le resistenze di alcuni filosofi, il mondo sta vivendo una vera e propria “rivoluzione scientifica”, perché sta abbandonando in maniera inesorabile il paradigma “mentalista” per quello “cerebralista”. Un nuovo paradigma che, proprio nell’accezione kuhniana, sta andando oltre le neuroscienze e la scienza stessa, per ancorarsi anche a *fattori extrascientifici* (cioè sociali e psicologici). ⁶²

Questa penetrazione culturale, caratteristica del nostro tempo, è figlia della centralità che la biologia ha acquisito quale metro esplicativo della natura umana, e che il sociologo Nikolas Rose ha definito *biologizzazione dell’essere umano*. Cioè la biologia come strumento principale per la comprensione dell’essere umano nella sua totalità. Una visione riduzionistica (o materialistica che dir si voglia) che, dopo anni di “mentalismo” psicologico, ha riproposto con forza la centralità del corpo, ridivenuto consustanziale all’essere umano stesso. È quella che Rose chiama *somaticizzazione*:

⁶¹ Farisco, M., *Filosofia delle Neuroscienze*, Edizioni Messaggero, 2012, p. 36.

⁶² «I tempi di una rivoluzione possono anche essere lunghissimi. Ma quando essa avviene è come se si entrasse in un nuovo mondo: “quando mutano i paradigmi, il mondo stesso cambia con essi”. È il paradigma, il punto di vista, il quadro concettuale, il “mondo”, a risultare mutato. Occorre quindi ripensare tutto: concetti-base, metodi, problemi. Un abisso di incomprensione si spalanca fra i sostenitori di due paradigmi differenti. Non ci si comprende più, non si comunica più. Si hanno concezioni del mondo diverse, anche metafisiche diverse.

Il passaggio da un paradigma all’altro segna una trasformazione del modo di vedere le cose. I dati che si hanno a disposizione sono magari gli stessi di prima, eppure vengono *interpretati* in modo diverso, cioè vengono posti in una *relazione diversa* da quella precedente. Inoltre il passaggio non sempre avviene per ragioni empiriche o logiche; possono esservi delle ragioni extrascientifiche e non razionali: ad esempio idiosincrasie tra scienziati, appartenenza a scuole scientifiche di nazioni diverse, persino ragioni estetiche diverse (il fatto che una soluzione appaia più “semplice” ed “elegante”).

Il nuovo paradigma affermatosi viene progressivamente esteso a ogni disciplina e ad ogni campo del sapere, determinando un nuovo periodo di “scienza normale”: fino al momento in cui anche tale paradigma genererà anomalie e rompicapi, e solleciterà la sua sostituzione.

Ogni teoria non va studiata e considerata a sé, o in relazione al suo grado *verificabilità* o *falsificabilità*, ma solo in riferimento al paradigma in cui entra. Esso costituisce il suo ambito di validità, che non è assoluto ma relativo». (Rubetti, E., *Thomas Kuhn: la struttura delle rivoluzioni scientifiche*, <http://www.filosofico.net/kuhnrivscientific.htm>)

«E questa somaticizzazione sta cominciando a estendersi al modo in cui comprendiamo i cambiamenti nei nostri pensieri, desideri, emozioni e comportamento, ossia le nostre menti».⁶³

Con l'identificazione soggetto=corpo, i nostri pensieri, desideri, sofferenze, che prima erano inclusi nello spazio psicologico, sono ora "migrati" e ricompresi in uno spazio neurobiologico (quello del cervello), che ci ha trasformati in "*sé neurochimici*".⁶⁴

Si giustifica così il primato epistemologico delle neuroscienze nell'indagine sulla natura umana che, alla luce di questo paradigma, è stata ridefinita con nuove espressioni: si è passati dall'*homme neuronal* di Jean-Pierre Changeux, all'*homo cerebralis* di Michael Hagner. Ma è con la sintesi concettuale operata dal filosofo Fernando Vidal con il neologismo "*brainhood*" (Fig. 1), che si dà statuto ontologico alla trasformazione dell'essere umano in un "*soggetto cerebrale*" ("*cerebral subject*"):

«Dato che personhood è la qualità o la condizione di essere una singola persona, brainhood può essere utilizzato per indicare la qualità o la condizione di essere un cervello».⁶⁵

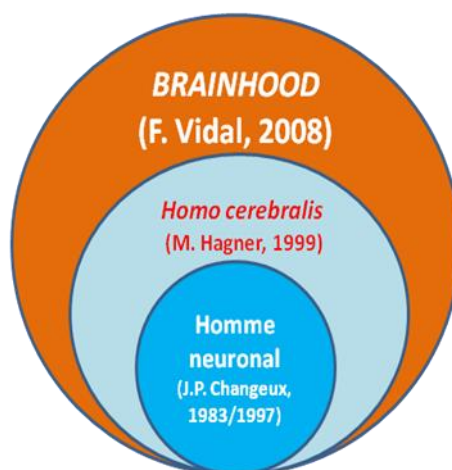


Fig. 1. Il soggetto cerebrale di Fernando Vidal.

⁶³ Rose, N., *The Politics of Life Itself. Biomedicine, Power and Subjectivity in the Twenty-First Century*, Princeton University Press, Princeton, 2007, p. 188, «And this somaticization is beginning to extend to the way in which we understand variations in our thoughts, wishes, emotions and behavior, that is to say, to our minds». (cit. Farisco, M., *Filosofia delle Neuroscienze*, Edizioni Messaggero, 2012, p. 20, traduzione dell'autore).

⁶⁴ Ivi, p. 188. «In significant ways, I suggest, we have become "neurochemical selves"». (cit. Farisco, M., *Filosofia delle Neuroscienze*, Edizioni Messaggero, 2012, p. 20, traduzione dell'autore).

⁶⁵ Vidal, F., *Historical considerations on brain and self*, in Battro, M. A., Fischer, K.W. and Léna, P. J. (edited by), *The Educated Brain. Essays in Neuroeducation*, pp. 20-21. (traduzione mia).

Lo sviluppo storico di questo recente concetto, che riduce il corpo al cervello, porta quest'ultimo ad essere considerato la sede del "*sé moderno*" e, di conseguenza, «il soggetto cerebrale [come] la figura antropologica insita nella modernità».⁶⁶

Questa condizione conferisce alle neuroscienze un maggiore potere esplicativo sul piano antropologico:

«Se, infatti, si parte dal presupposto che l'identità dell'uomo si identifica con il suo cervello, inevitabilmente la scienza che studia il cervello diviene la scienza che studia l'uomo, cosicché ciò che essa dice non ha più valore soltanto per i pochi specialisti e addetti ai lavori, ma potenzialmente per tutti gli uomini interessati a conoscere se stessi».⁶⁷

Ma il rischio che da ciò derivino nuovi stereotipi o atteggiamenti dogmatici non sono infondati. In un'altra parte di questo lavoro, infatti, abbiamo accennato proprio ad alcune forme di "neuro-degenerazione". Altro pericolo insito nello strapotere delle neuroscienze è il ruolo che ha assunto nella «*biosocialità*» di cui parla Francisco Ortega⁶⁸; esse, infatti, con le continue scoperte possono contribuire a costruire "tipi neuronali ideali", che fungono da parametri di riferimento gnoseologici, etici ed estetici a cui uniformarsi. E questo, si evince da sé, può condurre a nuove forme di discriminazione.⁶⁹

Dalle neuroscienze all'*education*

Ma come e perché è avvenuto lo sconfinamento della ricerca neuroscientifica nel campo dell'educazione? Come dicevamo, questa

⁶⁶ Vidal, F., *Brainhood, anthropological figure of modernity*, «History of human science» 22 (1/2009), p. 5. (cit. Farisco, M., *Filosofia delle Neuroscienze*, 2012, p. 27).

⁶⁷ Farisco, M., *Filosofia delle Neuroscienze*, p. 26.

⁶⁸ «Intendo per biosocialità una forma di socialità o di collettività costituita per gruppi d'interesse privato, non più riuniti secondo criteri di raggruppamento tradizionale come classe, stato, orientamento politico, come succede nella biopolitica classica analizzata da Foucault, ma secondo criteri di salute, prestazioni motorie, malattie specifiche, differenze genetiche da altri individui, longevità, tra l'altro». (Ortega, F. and Vidal, F., *Mapping the cerebral subject in contemporary culture*, «Electronic Journal of Communication Information and Innovation in Health» 1 (2/2007), pp. 255-259). (traduzione mia)

⁶⁹ Farisco, M., *Filosofia delle Neuroscienze*, p. 34.

relazione nasce come conseguenza dello sviluppo della ricerca biologica, in particolar modo di quella psicobiologica, sul cervello. Infatti, a partire dagli anni '50 si intensificò il lavoro dei biologi sulle strutture cerebrali, nell'intento di far luce sui meccanismi biomolecolari e neurochimici che sottostanno al funzionamento dei processi mentali. Questo portò ad un'inevitabile quanto prevedibile evoluzione delle posizioni riduzionistiche, che offrivano spiegazioni in termini biologici dei diversi processi psicologici.

I primi lavori si concentrarono sullo studio del «cablaggio» del cervello, della sua plasticità sinaptica e dell'immagazzinamento della memoria. Famosi restano i lavori pionieristici di Donald Hebb (1949) sul potenziamento sinaptico fra neuroni che mostravano un'attività coincidente; altrettanto noti, tanto da fruttargli il Premio Nobel, furono le ricerche di Eric Kandel (1970) su *Aplysia californica*, grazie alle quali il neuroscienziato di origine austriaca dimostrò che semplici forme di apprendimento (l'assuefazione, la sensibilizzazione e il condizionamento classico) producono come risultato dei cambiamenti funzionali e strutturali delle sinapsi fra i neuroni che mediano la modificazione del comportamento. Risultati straordinari, che per la prima volta riuscirono a spiegare in termini biologici e neurofisiologici i processi di memorizzazione, fino ad allora studiati con le classiche tecniche psicologiche (introspezione, test, questionari). Ma gli studi psicobiologici conservavano un vizio di fondo: erano svolti su animali vivi o su cervelli umani di persone decedute. Le uniche indagini sui cervelli umani viventi rimanevano quelle effettuate dalla neuropsicologia su soggetti con patologie causate da lesioni cerebrali o da alterazioni genetiche.⁷⁰ Ma in questo caso lo studio dei processi cognitivi continuava ad avvenire “alla cieca” e poi spiegati con

⁷⁰ Studi su fenomeni neuropsicologici come il *neglect*, le *afasie*, la *prosopagnosia*, il *blindsight*, consentirono al mondo scientifico di ampliare le conoscenze sui processi cognitivi. Molto importanti furono anche i lavori del premio Nobel Roger W. Sperry sui pazienti commissurotomizzati per ridurre le conseguenze di gravi forme di epilessia: la resezione del corpo calloso, infatti, interrompendo il collegamento fra i due emisferi, consentì al neurochirurgo una migliore comprensione delle specializzazioni emisferiche del nostro cervello.

argomentazioni “mentaliste”. Sarà l'introduzione del *neuroimaging funzionale* a rappresentare una svolta per queste ricerche: con questi strumenti diagnostici, infatti, divenne finalmente possibile “vedere” l'attività cerebrale.

Questo progresso non poteva non avere conseguenze su una disciplina come la Pedagogia, che ha come fondamento epistemologico e operativo proprio il processo d'apprendimento. Le scoperte neuroscientifiche, infatti, anche se a volte hanno confermato intuizioni ed inferenze sperimentali effettuate da precedenti lavori nel campo delle scienze biopsicopedagogiche, in altri casi hanno ribaltato vecchi assunti scientifici e obbligato a rivedere i processi educativo-didattici ad essi ispirati. Nel prosieguo di questo lavoro avrò modo di soffermarmi su alcuni campi di ricerca che sono stati fortemente influenzati dalle scoperte neuroscientifiche. Per il momento è sufficiente anticipare il caso dell'annosa contrapposizione fra il metodo di lettura globale (o ideo-visivo) e il metodo di lettura grafema-fonema, che per anni ha animato un dibattito molto acceso nel mondo della scuola. Queste le parole del neuroscienziato cognitivo Stanislas Dehaene in merito all'argomento: «è stato l'imaging cerebrale a mettere in evidenza gli effetti più spettacolari: l'emisfero *destro* si attivava per la lettura globale, mentre l'attenzione portata alle lettere attivava proprio la regione classica della lettura, l'area occipito-temporale ventrale sinistra. Detto altrimenti, l'apprendimento con il metodo globale mobilitava un circuito inappropriato, diametralmente opposto a quello del lettore esperto».⁷¹ Affermazioni che sintetizzano l'importanza che ebbero le scoperte provenienti dal campo delle neuroscienze cognitive per dirimere tale questione didattico-educativa. Queste scoperte, infatti, nel caso specifico segnarono anche la fine

⁷¹ Dehaene, S., *I neuroni della lettura*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2009, pp. 262-263.

dell'insegnamento del metodo globale nella scuola francese.⁷² Jack Lang dichiarò su *Le Monde* nel 2002: "Nel dimenticatoio il metodo globale!". Il ministro dell'Educazione Luc Ferry, davanti all'Assemblea Nazionale nel 2003, pronunciò queste parole: "Il metodo globale è effettivamente calamitoso. Ciò premesso, non è più utilizzato, già da molto tempo, ed è fortemente sconsigliato da una circolare ufficiale dell'anno scorso".

Le nuove frontiere dello studio del cervello non possono non avere un impatto sul mondo dell'educazione, per il semplice motivo che i processi cognitivi, emotivo-affettivi e relazionali, che sono il fondamento di tutti gli apprendimenti e quindi dell'intera vita dell'essere umano, avvengono proprio in quell'organo. Il problema non è convincersi di questa stretta relazione, quanto della possibilità che le ricadute delle scoperte neuroscientifiche sul mondo didattico-educativo siano immediatamente "visibili" e "spendibili".

Da questo orizzonte scientifico è sorta una nuova esigenza: facilitare il dialogo fra questi due mondi. Sono nati così diversi approcci al problema.

I presupposti della ricerca neuroeducativa

L'area delle ricerca neuroeducativa, come dicevamo, nasce dall'esigenza di verificare eventuali implicazioni delle scoperte neuroscientifiche per l'insegnamento e l'apprendimento. È stata infatti la diffusione del *neuroimaging* funzionale applicato alla ricerca sui processi cognitivi, ad aprire nuovi scenari e a spingere la comunità scientifica ad intraprendere una seria discussione su queste possibili "contaminazioni".

Un momento molto importante di questo nuovo percorso scientifico è stato il *workshop* organizzato dalla *Education Commission of the States* e da

⁷² Anche se è corretto ricordare come il metodo globale non sia stato del tutto eradicato, visto che persiste tutt'oggi nell'insegnamento dei cosiddetti metodi misti. (Ivi, p. 256)

The Charles A. Dana Foundation, tenutosi a Denver dal 26 al 28 luglio del 1996. Il titolo del convegno era di per sé emblematico: *“Bridging the Gap Between Neuroscience and Education”*. Fu un importante momento di confronto e discussione fra autorevoli studiosi (74 fra neuroscienziati cognitivi, psicologi cognitivi, politici, ricercatori e professionisti del mondo educativo)⁷³, su una questione scientifica molto rilevante, soprattutto per le ricadute educative, culturali, politiche e sociali che poteva avere. Questo primo incontro fece emergere le diffidenze reciproche e la distanza ancora esistente fra questi due campi, ma ebbe il merito di promuovere un dialogo tra discipline che fino a quel momento si ignorava. «I partecipanti al workshop – riporta il documento ufficiale – hanno concluso che le scoperte neuroscientifiche hanno probabilmente implicazioni per l’educazione, ma c’è un abisso tra quello che gli scienziati accettano come risultati comprovati dai fatti e quello che credono l’opinione pubblica, gli insegnanti e i politici. Le neuroscienze hanno già sviluppato un buon accordo sui dati che spiegano come si sviluppa il cervello e come si acquisisce il linguaggio. Alcune di queste informazioni possono essere applicate all’educazione, ma gli scienziati esortano gli educatori a non tentare di applicare le nuove scoperte, finché ulteriori studi non le avranno confermate ed ampliate. Il gruppo era d’accordo, comunque, sul fatto che queste collaborazioni tra i due campi potrebbero offrire informazioni pratiche e suggerire future strade per la ricerca – proprio come l’acquisizione del linguaggio, che ha già un corpo di conoscenze ampiamente accettate».⁷⁴

Questo dibattito venne alimentato anche dai contributi di altri autori, che cercarono di sottolineare come fosse importante individuare quei punti di contatto fra le scoperte neuroscientifiche e le pratiche educative. Non

⁷³ Fra i presenti ricordiamo Patricia Goldman-Rakic, Joseph LeDoux, Jerome Kagan, Stephen Kosslyn.

⁷⁴ (<http://www.ecs.org/clearinghouse/11/98/1198.htm>). (traduzione mia)

mancarono, però, gli accenti critici, che miravano non tanto ad impedire questo confronto, ma a mettere in guardia verso entusiastiche e troppo sbrigative trasposizioni delle scoperte scientifiche nelle pratiche didattiche. Queste le parole di John Bruer riportate in un articolo pubblicato nel 1997: «Attualmente, noi non sappiamo abbastanza sullo sviluppo del cervello e delle funzioni neurali, per collegare in modo accettabile quelle conoscenze alle pratiche educative e didattiche».⁷⁵ Costruire un ponte fra queste due discipline, ribadisce Bruer in quello scritto, rimane per ora velleitario: nel frattempo l'unico ponte effettivamente "in servizio" è quello costruito per connettere i risultati delle ricerche di psicologia cognitiva con le pratiche didattico-educative.⁷⁶ Ma, nonostante queste riserve, l'articolo si chiude con un auspicio: «Guardando al futuro, potremmo tentare di sviluppare un'interattiva e ricorsiva relazione tra i programmi di ricerca in educazione, in psicologia cognitiva e le neuroscienze. Tale interazione ci consentirebbe di estendere e applicare le nostre conoscenze su come mente e cervello favoriscono l'apprendimento».⁷⁷ Ed è quello che è avvenuto negli anni successivi.

Neuromiti in educazione

Per sottolineare ancor più i rischi in cui gli educatori possono incorrere se interpretano in modo arbitrario e forzato i risultati della ricerca neuroscientifica, ci soffermeremo sui *neuromiti* più diffusi nel mondo educativo.

I neuromiti sono delle pratiche educative considerate a torto "*brain-based*", ma che invece non sono fondate su evidenze scientifiche riguardanti il cervello; si originano in modo a volte difficile da spiegare, anche se ciò

⁷⁵ Bruer, J. T., *Education and the Brain: A Bridge Too Far*, Educational Researcher, Vol. 26, No. 8, p. 4. (traduzione mia)

⁷⁶ Ivi, p. 10. (traduzione mia)

⁷⁷ Ivi, p. 15. (traduzione mia)

avviene spesso quando si cerca di trasferire certi dati di laboratorio nelle classi scolastiche senza alcun filtro. Un esempio emblematico è costituito dalla Teoria delle Intelligenze Multiple (TIM) di Howard Gardner. Una teoria che viene considerata valida dagli insegnanti, soprattutto in virtù delle sue conferme provenienti da diverse discipline scientifiche, comprese quelle “*brain-based*”.⁷⁸ Niente di più errato. Ad un’analisi accurata della letteratura specialistica, infatti, emerge che la TIM non può contare né su evidenze scientifiche della psicologia cognitiva⁷⁹ e né su quelle delle neuroscienze cognitive, che studiano il cervello in termini di processi (visivo, uditivo, olfattivo) e non in termini di intelligenze visive, uditive e olfattive. Nonostante questo, la TIM è molto popolare fra gli educatori e promuove il valore dei differenti talenti individuali dei bambini; ma allo stesso tempo rappresenta un esempio di un’idea che è stata inappropriatamente imbevuta di un senso di autorità neuroscientifica.⁸⁰

Un altro neuromito è rappresentato dagli stili d’apprendimento; fra questi il più conosciuto è quello classificato secondo le modalità sensoriali di elaborazione delle informazioni: visiva, uditiva o cinestesica (VAK). Ma diverse ricerche hanno dimostrato che le informazioni non vengono elaborate secondo un unico “stile sensoriale”, ma esistono delle interconnessioni costanti fra le diverse modalità.⁸¹ Sempre su questo fronte, molto popolare rimane il mito sullo stile d’apprendimento in termini di teoria del ‘cervello-sinistro cervello-destro’. Secondo questa teoria, le attitudini degli allievi derivano dalla dominanza emisferica. Che ci siano delle

⁷⁸ Howard-Jones, P., *Neuroscience and education: Issue and opportunities. Commentary by the Teacher and Learning Research Programme*. London: TLRP, 2007. (<http://www.tlrp.org/pub/commentaries.html>)

⁷⁹ «Le teorie unitarie dell’intelligenza sono tuttora le più popolari. Basta guardare i lavori della maggiore rivista scientifica del settore (Intelligence) per rendersi conto di quanto l’assunzione sia pervasiva e guidi la riflessione su temi specifici» (Cornoldi, C., *Le basi cognitive dell’intelligenza*, Giornale Italiano di Psicologia, 2/2011, pp. 267-290).

⁸⁰ Howard-Jones, P., *Neuroscience, learning and technology (14-19)*, Becta, 2009, pp. 27-28.

⁸¹ Gilmore, G. K., McCarty, S. E. and Spike, E., *Symbolic arithmetic knowledge without instruction*, Nature 447: 589-91, 2007.

peculiarità emisferiche è comprovato, ma da questo non se ne può automaticamente dedurre che non ci siano connessioni anche significative fra i due emisferi in ogni momento dell'elaborazione cognitivo-emotiva.

Un neuromito che più recentemente si sta diffondendo nel mondo anglosassone è la proposta di Paul Dennison, conosciuta come *BrainGym*. Si tratta di una serie di esercizi motori che gli insegnanti propongono per stimolare le capacità mentali:

«Agli alunni si chiede di spingere la lingua contro il palato per stimolare le aree cerebrali associate alle emozioni, di formare una C con le dita e di premere sulle clavicole per incrementare l'ossigenazione delle carotidi aumentando così una non meglio definita energia dei lobi frontali e quindi migliorare la capacità di ragionamento, di muovere la gambe alternativamente incrociandole per facilitare la connessione tra i due emisferi cerebrali aumentando l'attività del corpo calloso, e quindi aumentare l'efficienza del sistema cognitivo. Queste affermazioni sono o palesemente sbagliate (non si aumenta l'ossigenazione cerebrale schiacciando le clavicole) o si basano su conoscenze corrette ma applicate in modo ingiustificato (è vero che ci sono due emisferi cerebrali ed è vero che comunicano tramite il corpo calloso; non è vero però che un'attività bilaterale migliori l'efficienza dell'attività mentale). Oltre ad essere teoricamente improprie, queste tecniche non sono sostenute da alcun dato empirico che ne dimostri l'efficacia. Il loro uso drena risorse economiche ed umane che potrebbero altrimenti essere utilizzate».⁸²

Altri neuromiti che perdurano nell'immaginario collettivo e nelle pratiche operative degli insegnanti sono la *“lettura ad alta voce”*, che recenti ricerche hanno definitivamente consigliato di derubricare dai protocolli didattici, e la *“memorizzazione”* (l'“imparare a memoria”), che per molti anni è stata bandita dalla scuola, producendo anche gravi lacune nelle conoscenze degli alunni, ma la cui inutilità non è stata mai dimostrata.

Un ultimo neuromito che vorrei qui riportare è quello che riguarda la presunta comparsa sulla scena umana di una *“nuova specie”*, quella dei

⁸² Cubelli, R. e Della Sala, S., <http://www.cicap.org/new/stampa.php?id=274073>.

*nativi digitali*⁸³, come la definì Marc Prensky nel 2001. Una generazione di soggetti che, vista la loro familiarità precoce con le tecnologie digitali, li porterebbe a differenziarsi in maniera molto netta dalla generazione precedente:

«I ragazzi sarebbero: più superficiali, più disattenti, incapaci di concentrazione, iperattivi e discontinui, refrattari verso l'impegno e la fatica, estranei alle relazioni vere, in difficoltà quando si tratta di memorizzare, concettualizzare, argomentare il proprio punto di vista, usare il senso critico. In compenso, gli stessi giovani, denoterebbero anche: prontezza, velocità di esecuzione, capacità di attendere a più compiti contemporaneamente. Strani personaggi, dunque, per molti versi peggio di come eravamo noi alla loro età (studiavamo di più, eravamo più profondi, facevamo il nostro dovere) e quindi sintomo di una crisi, segno evidente della perdita di tutto ciò che faceva la fortuna delle generazioni precedenti; ma per altri aspetti migliori, dotati di una "marcia in più": più svegli, più flessibili, più reattivi di fronte all'imprevisto».⁸⁴

Ci sono una serie di studi⁸⁵, però, che hanno dimostrato il contrario, attribuendo al cosiddetto *moral panic*⁸⁶ l'uso diffuso di questa metafora; la stessa ricerca neuroscientifica, infatti, ha respinto l'ipotesi della superiorità generazionale, attribuendo le differenze esistenti tra le generazioni più al maggior utilizzo che i giovani fanno di questi strumenti, piuttosto che il risultato di modifiche stabili del profilo cognitivo ed emotivo di origine epigenetica:

Nel 2009 Gary Small ha pubblicato uno studio sulle competenze di ricerca di informazioni in Internet condotto su un campione di soggetti di età compresa tra i 55 e i 76 anni, metà dei quali erano esperti nella ricerca a differenza dell'altra metà. Lo scanner del cervello di questi soggetti con l'fMRI evidenziava che l'attività cerebrale di quelli esperti nella ricerca era all'incirca doppia di quella degli altri: in particolare risultavano attivi i lobi

⁸³ Un "nativo digitale" è un individuo che fin dalla sua primissima infanzia ha cominciato ad interagire con il mondo tecnologico digitale (telecomandi, smartphone, console per videogiochi, computer, tablet), acquisendo una grande padronanza nel loro uso. Gli adulti che invece hanno imparato ad utilizzare questi dispositivi tecnologici solo in tarda età, vengono definiti "immigranti digitali": questi ultimi non potranno mai raggiungere competenze pari ai primi.

⁸⁴ Rivoltella, P. C., *Neurodidattica*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012, p. 8.

⁸⁵ Bennet, S., Maton, K., Kervin, L. K., *The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence*, British Journal of Education Technology, 5, 2008, pp. 775-786.

⁸⁶ Il *moral panic*, formulato da Cohen nel 1972, si verifica quando, «all'interno di una società, un gruppo di questa società [è] ritenuto portatore di particolari valori e comportamenti (come è, appunto, il caso dei nativi digitali nella società dell'informazione) così che il sistema dei media inizia a farne oggetto di attenzione tematica garantendo a esso enfasi. Quindi il moral panic non è un fenomeno che si verifichi nella popolazione, ma una caratteristica dei discorsi sociali diffusi dal sistema dei media (Thompson, 1998)». (Rivoltella, P. C., *Neurodidattica*, p. 14)

frontali, dimostrando come nella ricerca in Internet i processi esecutivi (riflessione, metacognizione, decision making) siano particolarmente coinvolti. Dopo una settimana di training, i meno esperti di ricerca in Internet sono stati sottoposti di nuovo all'esame consentendo di verificare che avevano sviluppato la stessa circuiteria cerebrale di quelli esperti. Questo significa che più che essere testimonianza di una crisi generazionale le differenze tra utilizzatori e non utilizzatori della tecnologia si devono a una questione di esperienza e di scelte.⁸⁷

Mind, Brain and Education

Uno dei settori della ricerca neuroeducativa più fecondi è senz'altro il campo di studi denominato "*Mind, Brain, and Education*" (MBE). Lanciato dall'International Mind, Brain, and Education Society (Fig. 2) per promuovere l'integrazione delle diverse discipline che indagano l'apprendimento e lo sviluppo umano, si è costituito come il campo di ricerca che cerca di connettere l'educazione con la biologia e le scienze cognitive, per offrire all'azione didattica svolta in classe un supporto scientifico più solido, grazie soprattutto alle più recenti ricerche nel campo delle neuroscienze cognitive. Un campo d'indagine che presuppone una stretta collaborazione fra ricercatori ed insegnanti, che lavorano insieme nella strutturazione dei protocolli di ricerca, così che i risultati possano avere un'utilità diretta e immediata nel campo didattico.



Fig. 2. Il logo dell'IMBES.

I primi nuclei di studio e ricerca in Mind, Brain, and Education sono sorti quasi simultaneamente a Parigi, Tokyo e Cambridge, sull'onda della

⁸⁷ Ivi, pp. 15-16.

riflessione avviata nel 1997 dall'articolo di John T. Bruer citato. A Parigi, Bruno della Chiesa, Pierre J. Léna ed altri ricercatori, furono gli ispiratori del Progetto del Council on Educational Research and Innovation (CERI) dell'OECD, denominato *"Learning Sciences and Brain Research"*, che nel 2002 riunì scienziati ed educatori col fine di promuoverne la collaborazione nel campo della ricerca educativa e delle scienze dell'apprendimento e del cervello. A Tokyo nel 2000, il Japan Science and Technology Agency (JST) lanciò un programma nazionale in 'brain-science and education', alla cui guida venne nominato Hideaki Koizumi, già noto nel mondo della ricerca neuroscientifica per aver messo a punto una nuova tecnica non invasiva di *brain imaging*, la *Near Infrared Spectroscopic Optical Topography* (NIRS-OT). A Cambridge nel 2004, nell'Università di Harvard, Kurt Fischer, Howard Gardner e altri ricercatori diedero vita al primo master in MBE. Di lì a poco i gruppi di Cambridge, Tokyo e Parigi cominciarono a collaborare, fondando nel 2004 l'International MBE Society (IMBES) e lanciando nel 2007 la rivista *Mind, Brain, and Education* (Fig. 3).

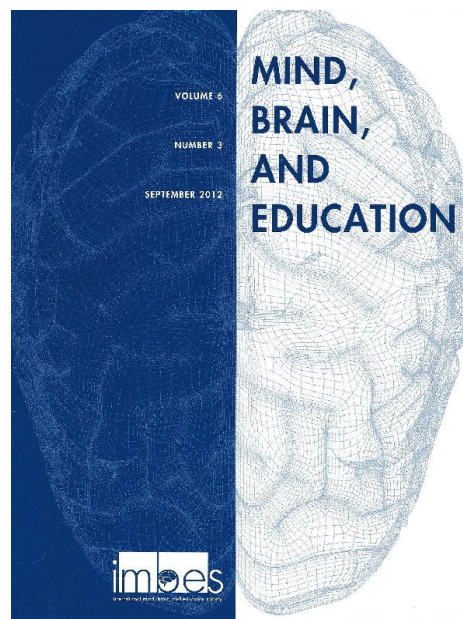


Fig. 3. La rivista Mind, Brain, and Education.

Molto importante fu anche il Convegno “Mind, Brain, and Education”, organizzato a Roma nel 2003 dall’Accademia Pontificia delle Scienze e coordinato da Antonio M. Battro, Kurt W. Fischer e Pierre J. Léna.⁸⁸

La MBE come campo di ricerca nasce dall’intersezione disciplinare di tre campi d’indagine molto diversi tra di loro dal punto di vista storico, filosofico ed epistemologico: le neuroscienze, la psicologia e l’educazione. La natura di questa intersezione è ancora controversa. Per alcuni autori la MBE si caratterizza come un campo di ricerca interdisciplinare focalizzato sui problemi, che cerca di connettere insieme prospettive biologiche, psicologiche ed educative, con l’espressa intenzione di migliorare la pratica educativa (Stein Z. and Fischer K. W., 2009, Immordino-Yang, 2008). Per altri la MBE, invece, si caratterizza come un campo di ricerca transdisciplinare, cioè un’area di indagine che costruisce connessioni oltre le relazioni multidisciplinari, crea nuove sintesi disciplinari e, selezionando solo le informazioni utili alla costruzione di una scienza dell’apprendimento e dell’insegnamento, mette in stretta relazione scienziati, studenti e professionisti (Koizumi H., 2000, Tokuhamma-Espinosa, 2010). (Fig. 4)

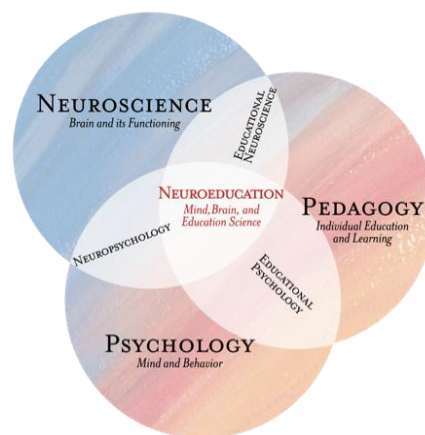


Fig. 4. Il modello *Mind, Brain, and Education Science* (Tokuhamma-Espinoza, 2010).

⁸⁸ Sono ormai nove anni che nel periodo estivo si svolge ad Erice, in provincia di Trapani, l’*International School on Mind, Brain, and Education*, coordinata da Antonio M. Battro e Kurt W. Fischer. Il seminario è organizzato con la collaborazione della “Fondazione Ettore Majorana e Centro per la Cultura Scientifica”, diretto dal prof. Antonino Zichichi, che da anni promuove nel centro siciliano una serie di meeting con le personalità internazionali più autorevoli del mondo della scienza e della cultura.

In definitiva la MBE rappresenta un modo nuovo di considerare vecchi problemi educativi ed offre soluzioni didattiche direttamente applicabili in classe.

MBE è una scienza che introduce un cambio di paradigma nelle tecniche d'insegnamento e un nuovo modello di apprendimento dall'infanzia all'età adulta. La differenza con le altre discipline affini sta nel fatto che la MBE pone la medesima enfasi sia nella ricerca su come l'uomo apprende (che è il focus della *brain-based learning*, della *educational neuroscience*, della psicologia dell'educazione, della neuropsicologia cognitiva e delle neuroscienze) e sia su come noi insegniamo (pedagogia).⁸⁹ Come ribadiscono Sarah-Jayne Blakemore e Uta Frith, se le nostre conoscenze sul cervello che apprende sono limitate, quelle sul cervello che insegna sono quasi inesistenti.⁹⁰

Un'altra differenza fra MBE e le discipline preesistenti è che essa pone la stessa enfasi sulla ricerca e sulla pratica. Se le neuroscienze vengono spesso criticate perché le proprie ricerche sono troppo lontane dal lavoro didattico, l'insegnamento è stato criticato perché troppo lontano dalle evidenze scientifiche. MBE cerca di colmare questo gap, producendo risultati fondati ugualmente sia sulla ricerca e sia sulla pratica didattica. E per fare questo diventa inevitabile che ricercatori ed educatori professionisti collaborino sia nella ricerca che nell'applicazione pratica dei risultati, come viene sottolineato da Antonio Battro, Kurt W. Fischer e Pierre J. Léna, nel capitolo d'apertura del testo *The Educated Brain – Essay in Neuroeducation* pubblicato nel 2011 e che raccoglie i contributi di tanti ricercatori nel campo neuroeducativo.

⁸⁹ Tokuhamu-Espinosa, T., *Mind, Brain, and Education Science*, W. W. Norton & Company, New York-London, 2011, p. 17. (traduzione mia)

⁹⁰ «The ability to learn is vastly more ancient and automatic than the ability to teach. All animals learn; very few teach». (Blakemore, S., and Frith, U., *Learning and remembering*. In *The Jossey-Bass reader on the brain and learning*, Wiley, San Francisco, 2008, p. 119)

Educational neuroscience

L'approccio di ricerca conosciuto come *Educational neuroscience*, spesso considerato come campo di indagine sovrapposto ad altre scienze neuroeducative (Mind, Brain, and Education in particolar modo), si è istituzionalizzato a Londra nel 2008 con la fondazione del *Centre for Educational Neuroscience (CEN)*, nato dalla collaborazione di tre centri di ricerca londinesi specializzati nei rispettivi settori (Fig. 5). L'Institute of Education, che da anni si occupava di psicologia dello sviluppo, pedagogia e tecnologie dell'apprendimento; l'University College London, centro di ricerca all'avanguardia per le neuroscienze cognitive e la psicologia dell'educazione; il Birkbeck College London, esperto nel campo delle neuroscienze dello sviluppo e dei modelli computazionali.

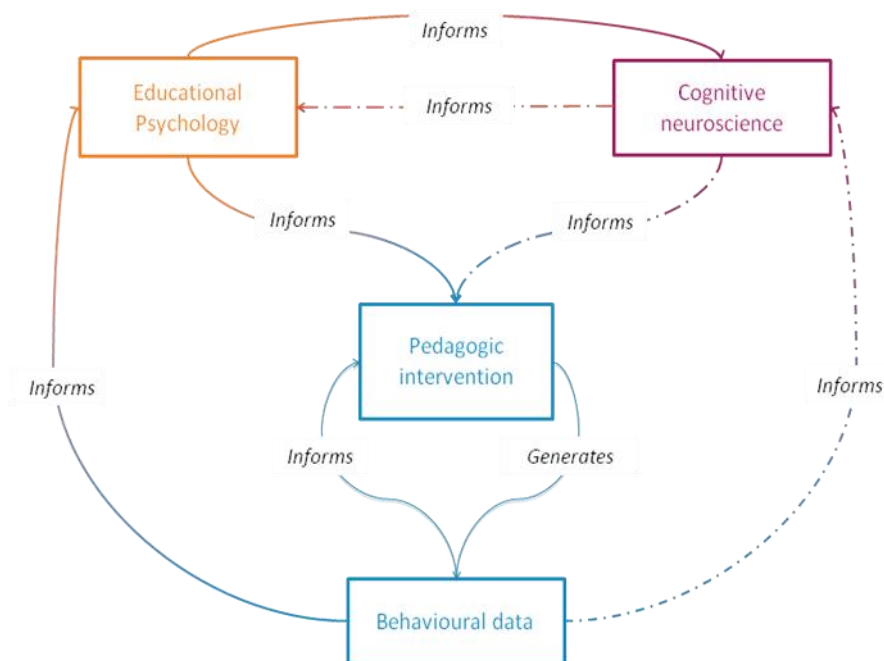


Fig. 5. La struttura dell'Educational Neuroscience secondo l'approccio del *Centre for Educational Neuroscience (CEN)* di Londra.

L'obiettivo dichiarato da questa istituzione è lo sviluppo di questa disciplina emergente, grazie all'apporto combinato delle ricerche provenienti dalle neuroscienze, dalla psicologia dello sviluppo e dall'educazione, e della loro applicazione alla pratica didattica, favorendo così un dialogo costruttivo fra

ricercatori ed educatori, in funzione di un miglioramento delle pratiche educative per tutto il corso della vita. Tutto è finalizzato alla promozione dell'apprendimento, connettendo fra di loro gli apporti delle singole discipline e focalizzando l'attenzione su uno specifico problema. Come ribadisce il sito di questa comunità scientifica, sono poche le ricerche che hanno avuto un impatto significativo sulle pratiche educative e questo perché non ci sono ricercatori esperti in educazione, psicologia e neuroscienze. Uno dei compiti che si propone il CEN è anche la formazione di queste nuove figure professionali, promuovendo corsi universitari per diventare esperti in *educational neuroscience*.

In sostanza *l'educational neuroscience* sono le neuroscienze cognitive che indagano i fenomeni educativi. I concetti basilari dell'*educational neuroscience* sono:

- *l'educational neuroscience* non è riduzionista. In quanto disciplina che indaga e cerca di migliorare l'apprendimento, un sistema complesso a livello neurale, cognitivo e sociale, essa non si limita ad una lettura meramente meccanicistica e biologistica dei fenomeni cognitivi, emotivi e sociali, ma li analizza alla luce di una visione dinamica e sistemica.
- analisi statistica e computazionale delle interazioni tra i diversi livelli coinvolti in questi processi dinamici;
- si occupa di sviluppo tipico e atipico ed enfatizza l'importanza di un lavoro coordinato tra almeno sei principali aree: linguaggio e lettura (inclusendo la dislessia), numeri e sviluppo matematico (inclusendo la discalculia), cognizione e apprendimento (inclusendo sviluppo concettuale, attenzione e controllo esecutivo, ADHD), sviluppo emotivo e sociale, comunicazione ed interazione (inclusendo ASD),

sviluppo sensomotorio (includendo coordinazione motoria e visuo-spaziale).

Per costruire e sviluppare questa nuova disciplina, si rende necessario un lavoro coordinato di tutta la comunità scientifica coinvolta. La complessità della disciplina e le distanze a volte pronunciate tra le aree di ricerca che la “nutrono”, richiedono la costruzione di un ponte epistemologico-disciplinare che consenta un collegamento stabile e duraturo fra ambiti di ricerca considerati lontani fra di loro. Un ponte che va edificato grazie alla formazione di una nuova generazione di professionisti, i neuroscienziati educativi, che dovranno essere supportati da insegnanti, coordinatori di bisogni educativi speciali e psicologi dell’educazione, e coinvolgere politici ed esperti in politiche educative.

La riflessione italiana: Scienze bioeducative, Integrale antropologico, Neurodidattica

La riflessione italiana sulla neuroeducation è quasi pressoché assente dalla discussione internazionale sull’argomento. Gli unici tentativi che la nostra indagine bibliografica ha registrato sono i lavori del gruppo di ricerca napoletano sulle “*scienze bioeducative*” guidato da Elisa Frauenfelder e Flavia Santoianni, la “*pedagogia dell’integrale antropologico*” delineata da Umberto Margiotta e la riflessione “*neurodidattica*” recentemente presentato da Cesare Rivoltella.

Le scienze bioeducative

Questo approccio ha preso forma grazie al lungo lavoro di ricerca sulla natura dei rapporti tra pedagogia e biologia che Elisa Frauenfelder ha posto al centro della propria riflessione pedagogica fin dagli anni ’80. In particolar

modo, la sua attenzione si è fin da subito rivolta al rapporto tra apprendimento ed educazione, momenti diversi di un unico processo, nella convinzione che le potenzialità plastiche del cervello «sono impensabili al di fuori della natura e della storia e quindi sempre strettamente legate alla trasmissione e alla comunicazione, in ultima analisi, ai processi educativi».⁹¹ Ogni discorso educativo – ricorda Frauenfelder – perde la sua validità se non viene affrontato tenendo in debito conto il concetto di sviluppo e il suo rapporto con l'apprendimento.⁹² Plasticità cerebrale, apprendimento, sviluppo ed educazione sono i costituenti base, i «giunti cardanici» del processo educativo, che consentono ad ogni individuo di modellare i propri comportamenti e di adattarsi al meglio all'ambiente in cui vive. Senza voler scendere nella descrizione dei richiami piagetiani (predominanza della maturazione e dello sviluppo) e dei relativi confronti con le posizioni vigotskijane (l'ambiente sociale come causa della sovrapposizione dell'evoluzione culturale a quella biologica), la Frauenfelder conclude questa sua analisi, individuando nelle posizioni del costruttivismo strutturalista di ascendenze deweyane di Jerome Bruner una sorta di mediazione.⁹³

«Dunque la componente biologica e la componente culturale si costituiscono e ricostituiscono come una inscindibile unità nella specie in generale e nei singoli uomini in particolare e i processi apprenditivi, che rappresentano una partita a due giocata fra il genoma e l'ambiente, richiedono, di conseguenza, per concretizzarsi in maniera corretta, una precisa analisi delle due variabili. Il discorso educativo sembra così articolarsi su alcuni aspetti fondamentali quali appunto la plasticità e la possibilità di una attiva capacità organizzativa propria di ogni soggetto: la plasticità, perché apparirebbe impossibile l'innesto di qualunque processo educativo se l'uomo non avesse la potenzialità di modificarsi, sollecitarsi, correggersi; l'autonoma capacità di

⁹¹ Frauenfelder, E., *La prospettiva educativa tra biologia e cultura*, Liguori Editore, Napoli, 1983, pp. 37-38.

⁹² «Se infatti è vero che il processo apprenditivo è il momento fondamentale dell'educazione è anche vero che questa potrà essere tale solo se sarà in grado non di assecondare solamente la natura ma di intervenire per correggere e modificare; e tale possibilità appare realizzabile nella misura in cui un processo educativo risulta capace di incidere sullo sviluppo cognitivo del bambino predisponendo capacità critiche e creative e favorendo, nel contempo, la strutturazione delle facoltà logiche ed analitiche». (Ivi, p. 42).

⁹³ «[...] l'esperienza cognitiva umana è fin dai primissimi momenti una impresa attiva, costruttiva, creativa e che anche Bruner, attraverso una visione dell'organismo come "sistema" elaboratore di informazioni mediante complesse strategie, individua nelle attività la molla dei processi apprenditivi e la causa di un perenne sviluppo». (Ivi, p. 90)

immagazzinare le proprie conoscenze e costruire i propri comportamenti, perché se questi scattassero in maniera meccanica renderebbero impossibile qualunque processo educativo inteso come crescita autonoma del soggetto e come critica progettualità di sé».⁹⁴

L'iniziale riflessione sui rapporti fra bios e logos e quindi fra pedagogia e biologia, sulla scorta della biopedagogia⁹⁵, si è recentemente concentrata sul rapporto tra pedagogia e neuroscienze, consapevoli che, pur essendo un ambito di ricerca in grossa espansione, soprattutto nell'area anglosassone, registra una certa carenza in merito alla riflessione epistemologica. Ed è partendo da questa constatazione che il gruppo di ricerca coordinato da Frauenfelder e Santoianni indirizza le proprie indagini verso una chiarificazione teoretica di questo rapporto.

«Le scienze bioeducative – scrive Flavia Santoianni – rappresentano un campo di studi situato al confine tra la pedagogia, le scienze biologiche e le neuroscienze e attraversato dalla psicologia e dalla filosofia. Le scienze bioeducative costituiscono un terreno di frontiera pluridisciplinare che esercita una funzione di trasferibilità e di trasversalità nell'individuazione di un senso pedagogico comune a più discipline, le quali studiano i processi di adattamento evolutivo a livello ontogenetico e filogenetico, i fattori di integrazione e di sviluppo del sistema adattivo nell'ambiente, la dimensione condivisa e situata del conoscere e altre dinamiche sinergiche. Le scienze bioeducative pongono quale focus della propria ricerca l'individuazione di possibili relazioni significative tra la pedagogia, le scienze biologiche e le neuroscienze nel paradigma delle scienze dell'educazione e il loro senso si esprime nella costruzione sinergica del concetto di *educabilità*,⁹⁶ verso

⁹⁴ Ivi, p. 98.

⁹⁵ In ambito internazionale il termine «biopedagogia» compare nel 1969 (Debesse, Mialaret, 1971-1980), per intendere il possibile rapporto tra biologia e scienze pedagogiche.

⁹⁶ «Educabilità significa [...] disponibilità alla mediazione, ma anche rispetto dei tempi, perché i tempi di sviluppo del potenziale intellettuale possono essere qualitativamente e quantitativamente distinti e discontinui. [...] L'educabilità, il processo della formazione nell'epigenesi, è dunque anch'essa un processo eterogeneo, etero cronico, adattivo, interattivo ed evolutivo; processo nel quale ogni protocollo formativo dovrebbe essere individualizzato, specifico e differenziato e considerare il passato di ognuno nella consapevolezza che ogni individuo non è mai né all'inizio né alla

l'ambito interpretativo della pedagogia dello sviluppo (Santoianni, 2003a), con significativi risvolti nelle scienze della formazione»⁹⁷ (Fig. 6).

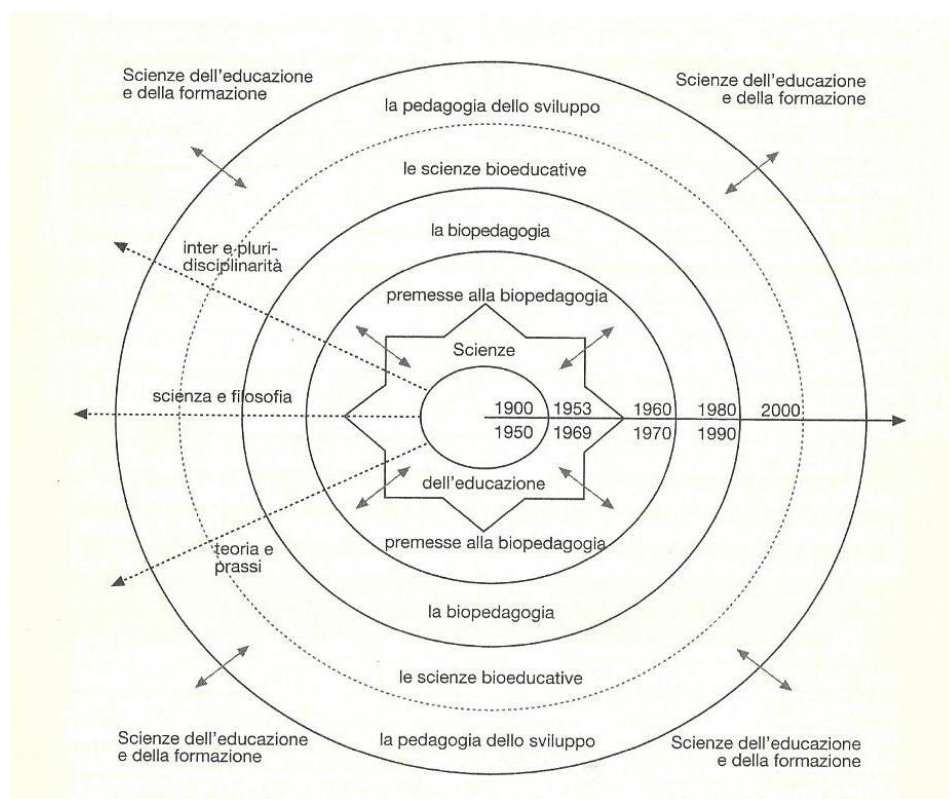


Fig. 6. Dalla nascita della biopedagogia alla pedagogia dello sviluppo. (Santoianni F., 2004)

I caratteri distintivi delle scienze bioeducative sono:

- un approccio non riduzionista, «nel quale i concetti di individuo, sistema adattivo e società della conoscenza vengono a interrelarsi e nel quale l'ipotesi che i vincoli biologici modulino e orientino la formazione epigenetica, dialoga in modo aperto e concorde con l'ipotesi che i contesti culturali, gli artefatti cognitivi e i congegni periferici della cognizione modulino e orientino lo sviluppo individuale»;⁹⁸

fine di un processo formativo, ma è sempre, ai fini dell'educabilità, in corso di formazione». (Frauenfelder, E. e Santoianni, F., a cura di, *Le scienze bioeducative. Prospettive di ricerca*, Liguori Editore, Napoli, 2002, pp. 65-66)

⁹⁷ Frauenfelder, E., Santoianni, F. e Striano, M., *Introduzione alle scienze bioeducative*, Editori Laterza, Roma-Bari, 2004, p. 33.

⁹⁸ Ivi, p. 40.

- la convinzione che la relazione tra pedagogia, scienze biologiche e neuroscienze debba essere un dialogo continuo, nel rispetto delle autonomie e delle diversità, finalizzato alla costruzione di un progetto comune, *l'educabilità*;⁹⁹
- l'essere costituite come un discorso *pluridisciplinare*, che «consente alla pedagogia di “condividere” con altre aree di indagine finalità di ricerca [...] ma non condividere metodi di indagine, o ancor meno, basi di partenza teorica, nel senso dello specifico punto di vista da cui muove ogni sapere nel delineare le proprie ipotesi di ricerca».¹⁰⁰

Modello dell'integrale antropologico

Un altro approccio neurocognitivo interessante è quello teorizzato presso l'Università Ca' Foscari di Venezia da Umberto Margiotta e denominato *“Modello educativo integrale antropologico”*.

La riflessione di Margiotta parte dalla convinzione che esiste un legame molto stretto tra rappresentazioni mentali, attività neurali e comportamento. E nello sviluppo e nel modellamento di questa stretta connessione un ruolo molto importante lo recita l'insegnante, che come “scultore neurale” è responsabile dell’“integrale antropologico” (cioè della mente dello studente), proprio come il medico si prende cura della salute dei suoi pazienti.¹⁰¹ L'interconnettività, però, in linea con le ricerche più recenti,

⁹⁹ «Le scienze bioeducative [...] hanno posto, all'interno delle scienze dell'educazione, un traguardo di ulteriore scientificità, che consiste nell'aver scommesso su una pedagogia capace di dialogare con il mondo delle scienze biologiche e con il mondo delle neuroscienze [...]. Nell'aprire un tavolo di dialogo, le scienze bioeducative vogliono arare un terreno nel quale si può *fare ricerca insieme*, da prospettive diverse, per arrivare, anche, a rispondere a quesiti diversi – ma ciò significa *correlare* le teorie, *confrontare* i punti di vista, *conoscere* gli orientamenti, *proporre* ipotesi possibili facendo costante riferimento alla compresenza trasversale di una problematica di fondo, *l'educabilità della mente* – la formazione nell'epigenesi e i criteri di modificabilità che la vincolano, la modulano, la orientano. La/e educabilità sembrano costituire, oggi più che mai, un lembo di ricerca condivisa, di reciproco interesse, senza che ciò precluda, in alcun modo, l'attivarsi di percorsi autonomi e indipendenti da parte delle singole discipline». (Ivi, pp. 43-44)

¹⁰⁰ Ivi, p. 42.

¹⁰¹ «A noi piace pensare, peraltro, che *l'identità dell'insegnante, insomma il suo agire pedagogico e non solo didattico, è in tutto simile (nei rischi, nella oblatività, nella decisività dei suoi atti) a quella del medico*. Come il medico lo è della salute e spesso della vita, così *l'insegnante è responsabile dell' “integrale antropologico”, insomma della mente di chi gli*

non si richiama solo come schema epistemologico (l'inter e la trasdisciplinarietà dei diversi ambiti di studio), ma si configura anche come chiave di interpretazione degli stessi processi cerebrali, educativi e culturali. E questo presuppone il superamento di un pensiero modulare a favore di un pensiero integrato in senso vygotskijano. Margiotta, quindi, propone di guardare ad una vera e propria «"pedagogia dell'integrale antropologico". Esattamente quell'integrale che ci appare fluido, dinamico, evolutivo nei modi e nei ritmi con cui l'allievo reagisce alle nostre sollecitazioni; che non è fatto solo della nostra conoscenza o dei nostri paradigmi, ma che si co-costruisce insieme ai nostri dalla parte dell'allievo; che si muove sotterraneamente negli ambienti che frequentiamo insieme giorno dopo giorno; che insomma è fatto di una rete nervosa di inter-penetrazioni tra variabili cognitive, relazionali, affettive-emotive, corporee, esistenziali».¹⁰²

Questo modello educativo mira alla formazione di un allievo "multialfabeta", capace di costruire "mappe di significato", che lo aiutano a padroneggiare linguaggi diversi e ad agire nei più svariati contesti. Il curriculum va rimodulato affinché possa consentire agli studenti di «scoprire e realizzare i propri talenti individuali e il loro potenziale di apprendimento. [...] Il principio di equità e di eccellenza in educazione andrà interpretato come offerta di opportunità per lo sviluppo equivalente del differenziale di apprendimento di ciascun allievo in accordo con i suoi talenti e le sue abilità. Ciò significa che ogni fraintendimento della funzione socializzante della scuola va abolito e che la scuola stessa deve porre ogni studente in condizione di scoprire, nello sforzo, nel lavoro responsabile, nella ricerca del proprio sviluppo personale, in quanto commisurata alla battaglia della

è affidato». (Margiotta, U., *La nuova alleanza: evoluzione dei saperi e modelli di apprendimento*. (http://csaf.provincia.udine.it/data/servizi/formazione_doc/docs/upload/ACQUA_ARIA_TERRA_FUOCO/La%2520nuova%2520alleanza.doc, p. 29).

¹⁰² Ivi, p. 25.

conoscenza, la dimensione massima possibile di compimento del proprio potenziale. Ciò è del tutto diverso dalla corrente interpretazione della uguaglianza delle opportunità che si traduce nel far apprendere a tutti le stesse cose e che, per comodità o per vieto conservatorismo culturale, fissa gli standard di qualità dell'apprendimento negli obiettivi minimi definiti alla luce delle minime, uguali, cose fatte apprendere a tutti. *Insomma la scuola per la quale vogliamo formare i futuri insegnanti non è più quella del minimo comun denominatore, ma al contrario quella del massimo comun denominatore equivalente*».¹⁰³ Per fare questo bisognerà che la didattica superi il modello per obiettivi a favore di un “modello per padronanze”.¹⁰⁴ In questo contesto educativo l’insegnante ricopre un ruolo di “regia” fondamentale, chiamato com’è ad elaborare una diagnosi del profilo formativo in entrata dello studente e a predisporre un ambiente d’apprendimento che renda effettivo lo sviluppo equivalente del differenziale di apprendimento di ciascun allievo. A questo insegnante si richiedono soprattutto due capacità essenziali: 1) una capacità empatico-lessicale che lo assista nella comprensione dei sintomi (ossia dello stato mentale dei suoi allievi) e nel descrivere adeguatamente decorso, eventuali ostacoli del processo di apprendimento (dal suo apparire al suo compiersi) e decisioni d’intervento da assumere; 2) una fondamentale capacità euristica che lo aiuti a cercare contro-esempi rispetto alle regolarità dei dati e alle tipologie di sintomi individuati.¹⁰⁵

¹⁰³ Ivi, p. 29.

¹⁰⁴ «La didattica per padronanze si ispira al paradigma costruttivista sistemico relazionale (Bateson), definibile anche come ecologico, in quanto sottende una logica contestuale ed integrata. Questo modello di progettazione mira ad una didattica euristica (per scoperta) ed integrata, che qualifica il docente come timoniere di apprendimenti integrati; conduce ad apprendimenti esperti e correlati che inducono una struttura cognitiva significativa (rete di padronanza) a sua volta favorita dall’azione di un docente che è “timoniere” delle abilità acquisite. Obiettivo ultimo appare dunque l’acquisizione di padronanze da parte degli allievi. Ma cos’è esattamente una padronanza? Essa consiste nella capacità di ricapitolare le esperienze di apprendimento e di adattamento; di rigenerare strategie di scoperta e ricostruzione degli equilibri bio-sociali; di controllare e direzionale le abilità apprese e il loro valore d’uso in contesti diversi; di dominare l’estensione e l’applicazione delle abilità». (Ivi, p. 16)

¹⁰⁵ Ivi, p. 31.

La riflessione di Margiotta è sostenuta dalla convinzione che oggi la pedagogia non possa più ignorare le acquisizioni delle neuroscienze e in particolar modo delle neuroscienze cognitive. Le numerose scoperte che provengono da tale settore scientifico, in particolar modo quelle che riguardano la plasticità cerebrale e l'interconnettività neurale, stanno modificando profondamente certi assunti sui processi di apprendimento e di insegnamento. E per evitare che la didattica continui a farsi irretire e guidare da "neuromiti" o da una psicologia cognitiva ingenua, diventa indispensabile un dialogo continuo e più fruttuoso fra il mondo educativo e formativo e quello neuroscientifico. In questo panorama epistemologico la pedagogia, per Margiotta, assume un ruolo da mediatrice tra mondo scientifico e mondo umanistico, che di fatto ne riconosce la specificità ermeneutica, regolativa e fondativa. «Il valore epistemologico di questa posizione teorica – sottolinea il pedagogista veneziano – risiede, infatti, nelle potenzialità pedagogiche dell'esercizio di una funzione "trasversale" che nulla cede al riduzionismo e nulla toglie alla vocazione radicale, alla tensione trascendentale e alla natura riflessiva e metateorica della pedagogia. Perché il ruolo proponente ed esplicativo della pedagogia ci colloca certamente nello snodo delle prospettive bioeducative e antropoformative: pedagogia come mediatrice tra le neuroscienze e il post-cognitivismo, tra le scienze dell'educazione e quelle della formazione; e propagatrice di un portato culturale di grande interesse nel ripensamento in atto dei processi formativi nelle complesse relazioni mente-cervello-apprendimento e natura-cultura-formazione».¹⁰⁶

Una visione pedagogica quella di Margiotta che, grazie proprio alle più recenti scoperte neuroscientifiche, da bio-educativa si fa antropo-formativa.

¹⁰⁶ Minello, R. e Margiotta, U., *Poiein. La pedagogia e le scienze della formazione*, Pensa MultiMedia, Lecce, 2011, p. 227.

Il superamento dei dualismi mente-corpo e natura-cultura, le conferme a sostegno della plasticità cerebrale e della stretta connessione fra sfera emotiva e cognitiva, l'estensione sociale (e quindi culturale) della mente, hanno proposto una visione pedagogica dell'*antropos* integrale e in trasformazione, in cui gli itinerari formativi si sono qualificati come "relazioni di cura".¹⁰⁷

La Neurodidattica

In un recente lavoro¹⁰⁸, Cesare Rivoltella docente di Didattica e Tecnologia presso l'Università Cattolica di Milano, ha voluto fermare il suo sguardo sul campo della ricerca neuroeducativa, per valutarne l'impatto sui processi didattici e in particolar modo su quelli che coinvolgono la "visione digitale".

Per aggirare tutte le difficili questioni epistemologiche e terminologiche che l'ambito neuroeducativo pone, Rivoltella pensa che sia più utile chiedersi cosa le neuroscienze hanno da suggerire alle pratiche didattiche, piuttosto che affannarsi alla delineazione di una nuova disciplina autonoma. In quest'ottica diventa inevitabile propendere per l'adozione del termine *Neurodidattica* (Preiss, 1998; Hermann, 2006), che nella sua interpretazione appunto non vuole affermarsi come scienza autonoma, ma solo come «*campo di ricerca e di intervento transdisciplinare* che, grazie al concorso di diverse discipline e tecnologie (neuroscienza cognitiva, didattica, psicologia dell'apprendimento, *brain imaging*), delinei un nuovo *mindset* per la

¹⁰⁷ «I principali studi neuroscientifici, insomma, contribuiscono a rafforzare l'origine ambientale dell'intelligenza umana, e a rinnovare ruoli e compiti della formazione, documentando come il cervello di un bambino si metta in collegamento con il cervello dei suoi caretaker per acquisire lentamente la capacità di regolazione. Questo precoce collegamento fra bambino e caretaker (tipico il rapporto madre-figlio), cambia il cervello di entrambi, permettendo loro di diventare oggetti interni l'uno per l'altro. La trasformazione culturale genera un cervello più complesso e più dipendente dall'esperienza il quale, a sua volta, permette risposte più adattive alle sfide ambientali, non più semplicemente individuali, ma di gruppo». (Ivi, p. 245)

¹⁰⁸ Rivoltella, P. C., *Neurodidattica*.

didattica». ¹⁰⁹ Un *mindset* che è caratterizzato da due prospettive di ricerca e intervento: la prima è costituita dalla ricerca neurodidattica in senso stretto, cioè da protocolli di ricerca sperimentali che «cercano nel cervello risposte a questioni squisitamente didattiche». ¹¹⁰ La seconda prospettiva, invece, si propone di individuare quei risultati della ricerca neuroscientifica che meglio possono essere utilizzati dalla didattica. Ma tutto questo è possibile solo se neuroscienziati e pedagogisti, nel rispetto delle proprie specificità professionali, lavorano insieme per uno stesso obiettivo. ¹¹¹

¹⁰⁹ Ivi, pp. 42-43.

¹¹⁰ Ivi, p. 43.

¹¹¹ Ivi, p. 45.

*È ormai evidente che qualsiasi visione
della natura umana che ignorasse
motivazioni ed emozioni sarebbe di scarsa
utilità nella pedagogia della facilitazione
dell'apprendimento umano.*
Howard Gardner

COGNIZIONI-EMOZIONI

Questo capitolo, fin dal suo titolo, vuole ribadire una realtà scientifica ormai incontrovertibile: la strettissima connessione tra cognizioni ed emozioni. La scelta di utilizzare il trattino d'unione fra i due termini, oltre che nel titolo di questo capitolo anche in quello dell'intero lavoro, dà l'idea da quale presupposto scientifico parte questa ricerca, che condivide appieno la prospettiva unitaria già ampiamente illustrata da altri studiosi. Condivido l'assunto di fondo di Battacchi e Giovannelli che «ogni atto cognitivo è contemporaneamente un atto percettivo, o linguistico, o sociale, o affettivo in quanto risultato di un'operazione interattiva, più o meno consapevole, con i vari livelli di realtà», ma dissento dall'affermazione «che la dimensione portante dello sviluppo è il pensiero, la competenza cognitiva»¹¹², come avrò modo di dimostrare più avanti.

Pur consapevole della specificità di alcune strutture cerebrali e delle modulazioni neurali che caratterizzano i diversi processi cerebrali, non posso che ribadire quanto cognizioni ed emozioni siano talmente intrecciate e che, soprattutto alla luce delle scoperte più recenti, appare sempre più difficile esaminarle separatamente sul piano empirico, senza tacere che si tratta di vere e proprie forzature sperimentali.

¹¹² Battacchi, M. e Giovannelli, G., *Psicologia dello sviluppo*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1995, p. 81.

Questa constatazione pone delle questioni educative e didattiche alle quali la riflessione pedagogica non può certo sottrarsi. Pensare ad un processo educativo esclusivamente in termini cognitivi (attenzione, memoria, linguaggio, apprendimento) è un errore scientifico che produce effetti deleteri sul piano dell'apprendimento. Tutti gli educatori sono ormai consapevoli delle importanti ricadute che le "coloriture" emotive hanno sui processi d'insegnamento-apprendimento, ma pochi di questi le sanno gestire e spesso non ne tengono conto nella costruzione dei percorsi educativi. Continua a prevalere, soprattutto nel mondo della scuola e delle agenzie educative formali, la convinzione che la sfera emotivo-affettiva vada presa in considerazione solo sul piano diagnostico o preventivo. Le emozioni vanno conosciute e controllate perché non siano d'intralcio ai processi d'apprendimento; ma difficilmente le si considera una risorsa didattico-educativa da sfruttare per rendere più significativi gli apprendimenti.

Dopo una breve quanto inevitabile analisi dei principali processi cognitivi ed emotivi, mi soffermerò su quelle ricerche che hanno indagato questi processi cerebrali con un approccio neuroeducativo, con particolare attenzione per quegli studi che li hanno indagati con un approccio integrativo.

Prima di procedere, voglio però sottolineare la contraddittorietà insita nella suddivisione arbitraria fra cognizione ed emozione che propongo in questa parte del mio lavoro: la scelta è stata di natura puramente didattica. Ad ogni modo i contenuti esplicitati nei paragrafi successivi daranno ragione di quanto sia arbitraria tale impostazione espositiva.

Cognizioni

Non è certo questo il luogo in cui soffermarsi a descrivere dettagliatamente i processi cognitivi, perciò mi limiterò a qualche breve nota introduttiva.

Cognizione sta per conoscenza e in specifico nella psicologia indica quell'«insieme delle funzioni che consentono di raccogliere ed elaborare le informazioni (in particolare l'attenzione, la percezione, la memoria, l'apprendimento, l'intelligenza, il linguaggio e il ragionamento)».¹¹³ Il termine cognizione richiama alla mente le innumerevoli riflessioni di filosofi del calibro di Cartesio, Spinoza, Locke e Kant, per citarne alcuni, che prima della nascita della psicologia hanno cercato di intuire il funzionamento della “scatola nera”, anticipando in certi casi scoperte di secoli dopo. Sarà la nascita della psicologia scientifica nel 1879 a sottrarre progressivamente lo studio della mente ai filosofi, non più in grado di competere con chi analizzava in modo scientifico l'«esperienza immediata della realtà».¹¹⁴ Ma la psicologia si affermerà in modo definitivo solo nei primi decenni del Novecento, con la messa a punto dell'approccio comportamentistico, un paradigma sperimentale basato sulla relazione stimolo-risposta, grazie alla quale si potevano studiare in maniera accurata i comportamenti individuali empiricamente visibili e per questo misurabili.¹¹⁵ Il comportamentismo, suo malgrado, non poteva però nascondere un'intrinseca debolezza di fondo: escludeva dal suo orizzonte di ricerca tutti quei fenomeni che non erano

¹¹³ Zingarelli, N., *Vocabolario della lingua italiana*, Zanichelli, Bologna, 2002.

¹¹⁴ «Due vie si svolgono per lo studio dell'esperienza. Una è quella della scienza naturale, che considera gli oggetti dell'esperienza nella loro natura, pensata indipendentemente dal soggetto; l'altra è quella della psicologia, che investiga l'intero contenuto dell'esperienza nella sua relazione con il soggetto». (Wundt, M. W., *Compendio di psicologia*, in Mecacci, L., *Introduzione alla psicologia*, Laterza, Roma-Bari, 1994, p. 117)

¹¹⁵ «Da qualunque osservazione prolungata del comportamento umano emerge una indefinita sensazione di ordine; qualunque supposizione plausibile circa le azioni e le affermazioni di un amico in circostanze determinate è una previsione fondata su una qualche regolarità di quel tipo, e se non fosse possibile scoprire un ragionevole ordine, ben difficilmente potremmo riuscire ad affrontare adeguatamente le vicende umane di ogni giorno. I metodi della scienza sono destinati a chiarire tali regolarità e a renderle esplicite». (Skinner, B., *Scienza e comportamento*, FrancoAngeli, Milano, 1975, p. 36)

visibili e direttamente misurabili. Saranno gli apporti provenienti da nuovi settori scientifici come la Cibernetica e la Teoria dell'Informazione a contribuire in maniera considerevole al cambio di paradigma, che nel volgere di qualche decennio porterà alla fine degli anni Sessanta del Novecento alla cosiddetta svolta cognitivista.¹¹⁶ Col cognitivismo nascerà così lo studio consapevole e sistematico dei processi cognitivi: percezione, attenzione, memoria, apprendimento, pensiero e linguaggio. L'idea di fondo del cognitivismo è stata la concezione della mente umana come elaboratore attivo di informazioni, rappresentabile secondo il cosiddetto modello H.I.P. (*Human Information Processing*).¹¹⁷ Partendo dagli stimoli che provengono dall'ambiente, la mente compie una serie di operazioni da cui scaturisce una risposta in grado di provocare effetti sull'ambiente stesso. Per la sua propensione alle aperture interdisciplinari, il cognitivismo ha promosso e stimolato il dialogo tra la psicologia e le altre forme del sapere (linguistica, intelligenza artificiale, neuroscienze, filosofia), portando alla nascita delle scienze cognitive.¹¹⁸

Come già anticipato in altre parti di questo lavoro, le scienze cognitive hanno prodotto numerosi risultati al livello della comprensione dei processi mentali, mettendoci in condizione di chiarire il funzionamento di apparati cognitivi molto complessi come la percezione, l'attenzione, la memoria e il

¹¹⁶ «Numerose sono state le ragioni di questa evoluzione ma la più importante era probabilmente connessa con l'avvento del calcolatore e questo non tanto perché i calcolatori consentissero più agevoli sperimentazioni o analisi dei dati, cosa che peraltro facevano, quanto perché le attività stesse del calcolatore sembravano in qualche maniera affini ai processi cognitivi. I calcolatori accettano le informazioni, manipolano i simboli, immagazzinano i dati nella "memoria" e li recuperano quando occorre, classificano gli input, riconoscono i pattern, e così via. [...] L'avvento del calcolatore ha fornito la sicurezza, quanto mai necessaria, che i processi cognitivi fossero reali e che questi processi potessero essere studiati e forse compresi». (Neisser, U., *Conoscenza e realtà*, Il Mulino, Bologna, 1981, p. 27)

¹¹⁷ Lavori pionieristici in questa direzione furono quelli sull'unità *TOTE* (*Test, Operate, Test, Exit*), teorizzata da George Miller, Karl Pribram e Eugene Galanter e descritti nel testo *"Piani e struttura del comportamento"* (1960), e quello sulla *Teoria modale della memoria* (1968) proposta da Richard C. Atkinson e Richard Shiffrin, in cui si dimostrava l'esistenza di stadi della memoria distinti e differenti disposti in sequenza (memoria sensoriale, memoria a breve termine e memoria a lungo termine).

¹¹⁸ La nascita di questo settore d'indagine risale al 1976, anno in cui viene pubblicata la rivista *«Cognitive Science»*. Il settore della psicologia cognitiva e quello della scienza cognitiva tendono a sovrapporsi; ad ogni modo si può affermare che le differenze stanno più nelle metodologie d'indagine: la scienza cognitiva utilizza maggiormente la simulazione al computer dei processi cognitivi, mentre la psicologia cognitiva preferisce affidarsi alle più canoniche tecniche di ricerca sperimentali.

linguaggio. Le novità sperimentali emerse su questi processi cognitivi hanno prodotto nuove teorie sull'intelligenza e sull'apprendimento, con inevitabili ricadute sul piano pedagogico. Nel tempo i paradigmi sperimentali della psicologia cognitiva e più in generale delle scienze cognitive sono stati integrati e in parte soppiantati dalle ricerche provenienti dal campo delle neuroscienze e in particolar modo delle *neuroscienze cognitive*, che facendo leva sulle tecnologie del *brain imaging* hanno aperto nuove strade alla ricerca sui processi cognitivi. Ricerche che, come dicevo, spesso confermano i risultati della psicologia cognitiva, ma altre volte sovvertono anche le più consolidate convinzioni. Ad ogni modo questa nuova branca delle neuroscienze ha trasformato la ricerca in campo neurocognitivo.

I profondi cambiamenti di paradigma sperimentale introdotti dalle neuroscienze ha richiesto anche un'inevitabile ridefinizione epistemologica di questo settore di studio. Ad esempio, è sempre più difficile tracciare una linea di confine ben definita tra "cognitivo", "emotivo" e "sociale"; com'è altrettanto artificiosa la distinzione tra motivazione, memoria e apprendimento; non di meno è la rivalutazione degli effetti che il corpo, inteso come reazioni organiche volontarie e involontarie, ha sullo stesso cervello. Ma queste difficoltà vanno oltre la mera ricerca sperimentale sui singoli processi cerebrali, per allargarsi anche alla questione epistemologica, che negli ultimi tempi ha visto qualcuno teorizzare anche nuove discipline (ad esempio la scienza della lettura)¹¹⁹, per aggirare quella artificiale settorializzazione sperimentale che se da una parte ha prodotto conoscenze molto approfondite, dall'altra ha finito per riproporre anche nuovi dualismi (cognitivo-emotivo, cognitivo-sociale, cervello-corpo).

Far riferimento all'impatto che le scoperte delle neuroscienze cognitive hanno avuto sulla comprensione dei processi cognitivi richiederebbe una

¹¹⁹ «Negli ultimi vent'anni è nata una vera e propria scienza della lettura». (Dehaene, S., *I neuroni della lettura*, p. 1)

discussione lunghissima, che non può certo essere oggetto di questo lavoro. Perciò mi limiterò ad analizzare, a titolo d'esempio, alcune di quelle attività umane che, per il ruolo che svolgono nell'educazione e nella socializzazione, vengono considerate fondamentali nel processo di sviluppo degli individui. Comincio dalla lettura, forse l'attività educativa per eccellenza.

Lettura e dislessia

La lettura è una delle attività umane più importanti. È un moltiplicatore esponenziale della cultura. Grazie ad essa gli uomini riescono ad avere accesso ad una conoscenza che va oltre il tempo e lo spazio. Saper leggere ci mette in condizione di entrare in connessione con testi scritti da uomini di molti secoli fa; ci consente inoltre di apprezzare anche una poesia scritta da un poeta contemporaneo d'oltreoceano; oppure di intraprendere una relazione commerciale con un partner straniero sulla base di un contratto scritto condiviso.

Ma leggere è un'abilità non facile da acquisire e padroneggiare. Il bambino per imparare a leggere impiega molto tempo e prima che riesca a destreggiarsi con sicurezza fra i testi che affronta ci vogliono degli anni. Naturalmente la lettura è strettamente correlata ad un'altra attività senza la quale la prima non esisterebbe: la scrittura.¹²⁰ Ma come si passa da un segno

¹²⁰ Dagli studi emerge una singolare teoria: i segni utilizzati nella scrittura non sono stati scelti in maniera arbitraria. A quanto pare i caratteri hanno forme che assomigliano a quelle che si osservano in natura. Le lettere dell'alfabeto sono la stilizzazione di una parola semitica che corrisponde all'oggetto o all'animale rappresentato: ad esempio nella lettera α dell'alfabeto greco, poi la nostra A, possiamo ancora riconoscere, dopo una rotazione di 180 gradi, il triangolo della testa e le due corna di un bue Ἀ ('aleph, il bue, in semitico); la "m" simbolizza le onde alla superficie dell'acqua (mēm o mayyūma), la "N" un serpente (nahašū), la "l" un aculeo (lamd), la "k" il palmo di una mano (kaf), la "R" una testa (res). La lingua semitica, però, aveva dei limiti: trascriveva solo le consonanti e questo complicava il compito al lettore. Fu l'introduzione delle vocali da parte dei Greci a strutturare in maniera definitiva l'alfabeto moderno come noi lo conosciamo. I Greci adottarono i nomi fenici delle lettere ('aleph, beth, gimmel, ecc.), anche se queste parole non significavano nulla nella loro lingua. «Senza saperlo, i Greci avevano scoperto l'esistenza di unità sonore più piccole della lingua orale, i fonemi, e avevano concepito una notazione scritta in grado di trascriverli tutti. Procedendo per tentativi, l'evoluzione culturale era giunta a un assortimento minimale di simboli dotati di una affinità molto forte per il nostro apparato cerebrale, sia perché la nostra corteccia occipito-temporale ventrale impara facilmente a riconoscerli, sia perché tali simboli stabiliscono una connessione diretta con la codifica dei suoni del linguaggio nella corteccia temporale superiore sinistra» (Ivi, p. 223). Secondo Dehaene il «[...] problema della comunicazione scritta è talmente

tracciato su un foglio ad un suono vocale, che rimanda poi ad un significato vero e proprio?

Come sottolinea Stanislas Dehaene, uno dei più noti neuroscienziati cognitivi ad aver studiato i processi della lettura: «tutti i sistemi di scrittura oscillano tra la scrittura del significato e quella dei suoni. Questa distinzione si riflette direttamente nel cervello del lettore. La maggior parte dei modelli della lettura postulano che le due vie di elaborazione dell'informazione coesistano e si completino. Quando leggiamo delle parole rare, nuove, dall'ortografia regolare, perfino neologismi inventati di sana pianta, la nostra lettura passa per una via fonologica che decifra le lettere, ne deriva una pronuncia possibile, e tenta poi di accedere al significato. Al contrario, quando ci confrontiamo con parole frequenti o irregolari, la nostra lettura imbocca una via diretta che prima recupera la parola e il significato, poi utilizza queste informazioni per recuperare la pronuncia ».(Fig. 7)¹²¹

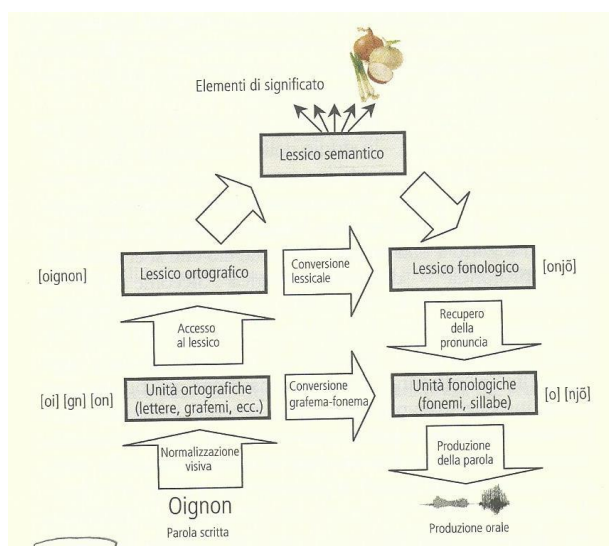


Fig. 7. La lettura di una parola coinvolge molteplici vie parallele di elaborazione dell'informazione. Per passare dalla parola scritta (in basso a sinistra) alla sua pronuncia (in basso a destra), il nostro cervello dispone di più vie, schematizzate sommariamente qui sotto forma di una gerarchia di scatole e di frecce. Quando la parola è regolare, una via fonologica converte i grafemi in fonemi. Quando la parola è irregolare, come "oignon" (cipolla), sono implicite rappresentazioni più profonde. Possiamo paragonarle a lessici mentali che associano la forma e il significato. (Da Dehaene, S., *I neuroni della lettura*, p. 46)

vincolato sul piano cerebrale che non lascia molto posto al relativismo culturale. Il nostro cervello di primati ammette solo poche forme scritte». (Ivi, p. 207)

¹²¹ Ivi, p. 45.

Ma il nostro cervello come risolve le tantissime ambiguità a cui va incontro un lettore? Caratteri diversi (differenze fra stampatello e corsivo o fra maiuscolo e minuscolo), lettere somiglienti (somiglianze fra “u” e “v”, fra “e” e “c”), dimensioni dei caratteri, colori di stampa sbiaditi e pagine deteriorate, potrebbero rendere impossibile o rallentare la lettura. Ma tutto ciò non avviene. Questo perché il nostro cervello, grazie alla «cospirazione tra lettere, parole e contesto della frase [...], riesce ad imporre un’organizzazione alla pagina scritta»¹²², garantendo fluidità e correttezza alla lettura. «L’identificazione delle lettere e delle parole è un processo attivo di decodifica in cui il cervello aggiunge informazione al segnale visivo».¹²³

Le numerose osservazioni neuropsicologiche e i più recenti studi neuroscientifici con l’ausilio del *brain imaging*, ci hanno permesso di superare modelli teorici che spiegavano la lettura come un processo d’attivazione neurale di tipo seriale e abbracciare uno schema di azione di tipo divergente, in cui molte regioni cerebrali vengono attivate in parallelo (Fig. 8). Una di queste aree, quella che Dehaene chiama *regione della forma visiva delle parole* e che è localizzata in prossimità del solco occipito-temporale sinistro (Fig. 9), risulta fondamentale per la lettura, perché presiede ad un rapido e corretto riconoscimento visivo delle lettere e delle parole, grazie all’invarianza percettiva e spaziale o per posizione che sovrintende. E questa zona viene attivata in tutti gli individui, indipendentemente dal grado di competenza nella lettura e della cultura d’appartenenza¹²⁴, ma solo in presenza di parole scritte, non di parole pronunciate.

¹²² Ivi, p. 56.

¹²³ Ivi, p. 56.

¹²⁴ «A lungo si è speculato in neuropsicologia sul fatto che il riconoscimento dei caratteri nel cinese sarebbe più globale che la lettura dell’alfabeto. La lettura del mandarino solleciterebbe prevalentemente l’emisfero destro, ritenuto

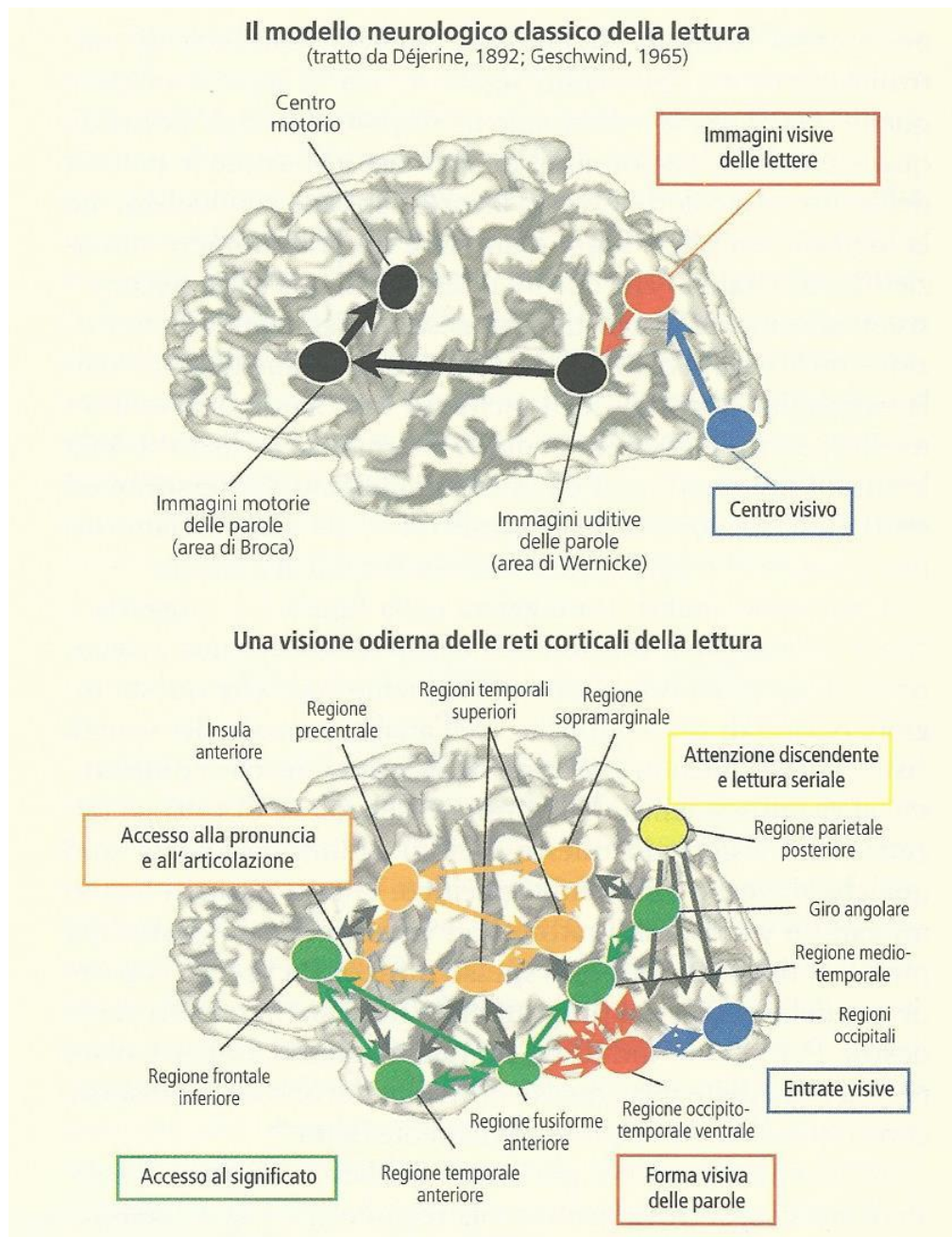


Fig. 8. Il modello neurologico classico della lettura (in alto) è oggi rimpiazzato da uno schema molto articolato che lavora in parallelo (in basso). La regione occipito-temporale sinistra riconosce la forma visiva delle parole. Distribuisce poi le informazioni visive a numerose regioni, ripartite in tutto l'emisfero sinistro, implicate secondo gradi diversi nella rappresentazione del significato, del suono e dell'articolazione delle parole. Le regioni in verde e arancio non sono specifiche della lettura: intervengono soprattutto nell'elaborazione del linguaggio orale. Imparare a leggere consiste quindi nel mettere in connessione le aree visive con le aree del linguaggio. Tutte le interconnessioni tra regioni, di natura bidirezionale, non sono ancora conosciute in dettaglio. La connettività cerebrale reale è probabilmente ancor più ricca di quanto suggerito dallo schema. (Da Dehaene, S., *I neuroni della lettura*, p. 72)

“olistico”, mentre la lettura delle scritture alfabetiche coinvolgerebbe maggiormente l'emisfero sinistro. Insomma le differenze culturali si tradurrebbero in importanti cambiamenti nei circuiti cerebrali della lettura. Oggi l'imaging cerebrale ha mostrato che tutto questo non è affatto vero: la lettura cinese attiva la regione occipito-temporale ventrale, con una significativa lateralizzazione a sinistra. [...] L'idea di un riconoscimento “olistico” dei caratteri cinesi è pertanto falsa». (Ivi, pp. 112-113)

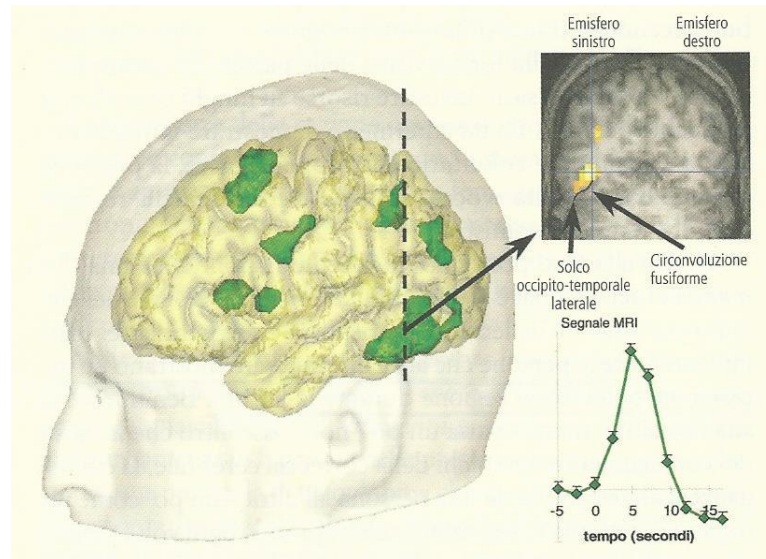


Fig. 9. La fMRI permette di localizzare, in qualche minuto, le regioni attivate dalla lettura. I partecipanti leggono mentalmente delle parole presentate a un ritmo aleatorio. Dopo ogni parola le regioni attivate vedono aumentare il loro segnale MRI e raggiungere un picco circa 5 secondi più tardi. Tra le reti attivate, la regione della forma visiva delle parole appare sistematicamente ai bordi del solco occipito-temporale laterale sinistro, sul bordo della circonvoluzione fusiforme. (Da Dehaene, S., *I neuroni della lettura*, p. 82)

Grazie ad una elegante ricerca effettuata da Dehaene e dai suoi collaboratori Laurent Cohen e Nicolas Molko con l'ausilio delle tecniche del *brain imaging*, si è potuto dimostrare come, qualunque sia la loro posizione sulla retina (destra o sinistra), le parole che leggiamo convergono sempre verso la regione occipito-temporale dell'emisfero sinistro (invarianza spaziale). Infatti, anche quando le parole vengono lette dall'occhio sinistro, dopo essere state elaborate inizialmente dall'emisfero destro, nel giro di circa 200 ms, passano nell'emisfero sinistro. Questo passaggio interemisferico che coinvolge il corpo calloso, impone un costo cognitivo che rallenta, anche se in modo impercettibile, il riconoscimento visivo. Nel caso in cui il corpo calloso risulti essere lesionato, il collegamento fra i due emisferi viene interrotto e i soggetti, affetti in questo caso da *sindrome di emialessia*, non sono più in grado di riconoscere le lettere e le parole presentate all'occhio sinistro (Fig. 10). Questa ricerca insieme alle altre del

gruppo di Dehaene, hanno certificato la centralità della regione occipito-temporale sinistranei processi di lettura.¹²⁵

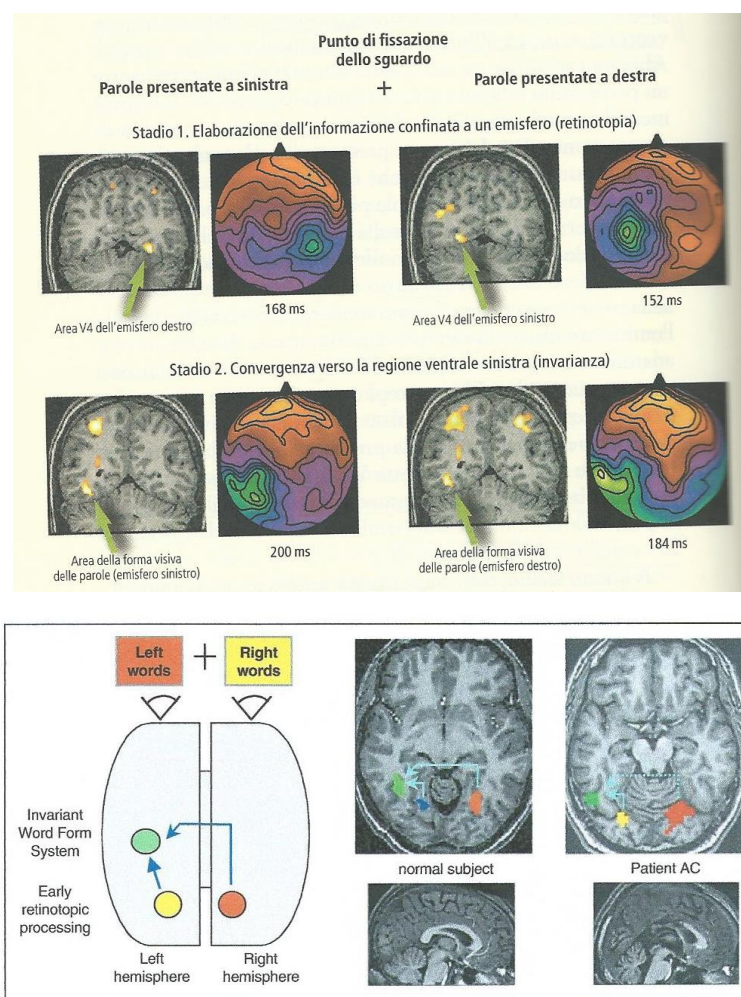


Fig. 10. Qualunque sia la loro posizione sulla retina, le parole che leggiamo convergono verso la regione occipito-temporale dell'emisfero sinistro (invarianza spaziale). In questo esperimento i partecipanti leggono delle parole presentate a sinistra o a destra del punto di fissazione dello sguardo. 150-170 ms dopo la comparsa della parola appare una prima onda negativa nell'emisfero contro laterale. È associata all'attivazione di una regione visiva situata nella parte posteriore del cervello e chiamata area V4. A questo stadio l'informazione visiva rimane confinata a un emisfero. Verso 180-200 ms compare, tuttavia, una seconda negatività, sempre nel lato sinistro dello scalpo, qualunque sia il lato di presentazione della parola. La fMRI conferma la convergenza dell'attivazione verso la regione occipito-temporale ventrale dell'emisfero sinistro (tratto da Cohen et al., 2000). (Da Dehaene, S., *I neuroni della lettura*, p. 96)

¹²⁵ Secondo l'ipotesi del riciclaggio neurale avanzata da Dehaene «la corteccia occipito-temporale si è evoluta solo per imparare a riconoscere le forme naturali, ma questa evoluzione l'ha dotata di una plasticità tale da riuscire a riciclarsi per diventare specialista della parola scritta. Le forme elementari che è capace di rappresentare questa regione sono state scoperte e sfruttate dal nostro sistema di scrittura. Non è quindi la corteccia a essersi evoluta per la lettura: non c'erano né il tempo e né la pressione selettiva sufficienti. Al contrario, sono i sistemi di scrittura stessi che si sono evoluti sotto la condizione di essere facilmente riconosciuti e appresi dal nostro cervello di primati». (Ivi, p. 172)

Come abbiamo visto, l'utilizzo dell'*imaging* cerebrale ha contribuito a fare chiarezza sulle aree neurali coinvolte nella lettura, finendo per modificare, e a volte per cancellare, vecchie credenze e assunti scientifici derivati dalla ricerca psicologica e neuropsicologica. Ma l'impatto del *brain imaging* è andato oltre la mera topografia neurale; esso, ad esempio, ci ha consentito di rispondere a una delle questioni più dibattute della psicologia della lettura:

«[...] dobbiamo sempre pronunciare mentalmente le parole prima di comprenderle? Oppure possiamo passare direttamente dalle lettere al significato delle parole senza che sia necessario recuperarne la pronuncia?

Risposta: queste due vie di lettura coesistono e fanno a gara tra loro. Secondo le parole che leggiamo, il riflusso cerebrale imbocca l'una o l'altra via. Le parole frequenti o regolari accedono direttamente alle regioni semantiche del lobo temporale medio [...], altre parole, che siano rare, irregolari o semplicemente sconosciute, sono prima pronunciate mentalmente nelle aree uditive del lobo temporale superiore e poi finalmente associate a un significato [...].¹²⁶»

Ma l'esistenza di queste due vie presuppone una scelta indifferenziata per quanto attiene l'apprendimento della lettura? In sostanza, per tornare su una questione sempre dibattuta: nell'acquisizione della lettura si deve privilegiare il metodo globale o ideo-visivo, o il metodo fonema-grafema? Su questo punto Dehaene è molto netto: «[...] è stato l'imaging cerebrale a mettere in evidenza gli effetti più spettacolari: l'emisfero *destro* si attivava per la lettura globale, mentre l'attenzione portata alle lettere attivava proprio la regione classica della lettura, l'area occipito-temporale ventrale sinistra. Detto altrimenti, l'apprendimento con il metodo globale mobilitava un circuito inappropriato, diametralmente opposto a quello del lettore esperto». E ancora: «[...] oggi non abbiamo più dubbi: il contorno globale delle parole non svolge praticamente alcun ruolo nella lettura. Il riconoscimento visivo delle parole non poggia su uno sguardo globale del loro contorno, bensì sulla loro scomposizione in elementi semplici, le lettere

¹²⁶ Ivi, p. 134.

e i grafemi. La regione corticale della forma visiva delle parole tratta tutte le lettere di una parola in parallelo, cosa che, storicamente, è responsabile dell'impressione di lettura globale. Ma l'immediatezza della lettura non è che un'illusione, suscitata dall'estrema automazione delle sue tappe che hanno luogo al di fuori della nostra coscienza».¹²⁷

Sul metodo da privilegiare nell'apprendimento della lettura Dehaene non ha dubbi: i risultati provenienti dalla psicologia della lettura «portano a una conclusione netta: gli approcci basati sulla forma globale della parola e sul suo legame diretto col significato non funzionano bene quanto la relazione sistematica delle lettere con i suoni. Indipendentemente dalla loro origine sociale, gli alunni la cui attenzione non è puntata sulla codifica delle lettere e dei grafemi soffrono di un ritardo nella lettura non trascurabile che persiste per più anni, anche se finisce poi per sparire. Punto cruciale: contrariamente alle affermazioni dei “globalisti”, i bambini che hanno appreso con il metodo globale non solo sono meno abili, alla fine della scolarità, nella lettura di parole nuove, ma anche meno rapidi e meno efficaci nella comprensione dei testi. Con ciò viene meno l'idea che i metodi grafo-fonologici trasformino i bambini in macchine farfuglianti, incapaci di prestare attenzione al significato. In realtà, decodifica e comprensione vanno di pari passo: i bambini che sanno leggere meglio le parole e le pseudo-parole isolate sono anche quelli che comprendono meglio il contenuto di una frase o di un testo. È chiaro che imparare a farfugliare la pronuncia delle parole non dovrebbe costituire un fine in sé. È bene che la maggior parte dei libri scolastici, oggi, ricorra velocemente a piccoli testi dotati di significato piuttosto che a righe di linguaggio incomprensibile del tipo “il tutù di Lola”. La comprensione comunque passa prima di tutto attraverso la fluidità della

¹²⁷ Ivi, p. 261.

decodifica. Quanto più velocemente questa tappa è automatizzata, tanto più il bambino riesce a concentrarsi sul significato del testo».¹²⁸

Questi dati hanno indotto le autorità ministeriali francesi ad emanare una circolare che sconsigliava l'utilizzo del metodo globale per l'apprendimento della lettura nelle scuole francesi.¹²⁹ Ecco un esempio di come le neuroscienze cognitive possano avere un impatto significativo ed immediato sull'insegnamento. Nonostante queste scoperte, però, il mondo pedagogico ed istituzionale rimane piuttosto prudente e nei documenti ufficiali sull'argomento si limita a formulazioni molto generiche, che di fatto finiscono per mettere sullo stesso piano tutti i metodi, demandando all'insegnante la scelta di quello che "per lui" è il più efficace.¹³⁰

Alcuni bambini, nonostante siano in possesso di un'intelligenza normale, provano però grandi difficoltà a leggere. Quando queste difficoltà non sono legate a una sordità non individuata, ad un ritardo mentale, a svantaggi educativi, o alla complessità delle regole ortografiche, allora siamo in presenza di un disturbo che viene classificato come *dislessia*. Un disturbo specifico dell'apprendimento (DSA), secondo le definizioni inserite nella recente legge 170/2010¹³¹, che dal punto di vista clinico «si manifesta

¹²⁸ Ivi, pp. 264-265.

¹²⁹ «Jack Lang ha dichiarato su Le Monde nel 2002: "Nel dimenticatoio il metodo globale!". Luc Ferry, all'epoca ministro francese dell'Educazione, ha così sintetizzato l'accordo all'Assemblea nazionale nel 2003: "Il metodo globale è effettivamente calamitoso. Ciò premesso, non è più utilizzato, già da molto tempo, ed è fortemente sconsigliato da una circolare ufficiale dell'anno scorso". È quindi ancora il caso di dibattere? [...] Nei fatti, per quanto ufficialmente esposto al pubblico ludibrio, il metodo globale continua a infiltrarsi nei programmi, non fosse anche solo per inerzia o abitudine». (Ivi, pp. 255-256)

¹³⁰ Il Rapporto Eurydice "Insegnare a leggere in Europa: contesti, politiche e pratiche", redatto dalla Commissione europea nel 2011, recita: «La ricerca ha [...] fornito le prove del ruolo importante della 'fonetica' – nota anche come 'corrispondenza grafema-fonema' – nell'imparare a leggere». Mentre le Indicazioni Nazionali per il Curricolo del 2012 si limitano a dichiarazioni generiche come la seguente: «Per lo sviluppo di una sicura competenza di lettura è necessaria l'acquisizione di opportune strategie e tecniche, compresa la lettura a voce alta, la cura dell'espressione e la costante messa in atto di operazioni cognitive per la comprensione del testo». (p. 28)

¹³¹ «La legge 8 ottobre 2010, n. 170, riconosce la dislessia, la disortografia, la disgrafia e la discalculia come Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA), assegnando al sistema nazionale di istruzione e agli atenei il compito di individuare le forme didattiche e le modalità di valutazione più adeguate affinché alunni e studenti con DSA possano raggiungere il successo formativo. Per la peculiarità dei Disturbi Specifici di Apprendimento, la Legge apre, in via generale, un ulteriore canale di tutela del diritto allo studio, rivolto specificamente agli alunni con DSA, diverso da quello previsto dalla legge 104/1992. Infatti, il tipo di intervento per l'esercizio del diritto allo studio previsto dalla Legge si focalizza sulla didattica individualizzata e personalizzata, sugli strumenti compensativi, sulle misure dispensative e su adeguate forme di verifica

attraverso una minore correttezza e rapidità della lettura a voce alta rispetto a quanto atteso per età anagrafica, classe frequentata, istruzione ricevuta. Risultano più o meno deficitarie - a seconda del profilo del disturbo in base all'età - la lettura di lettere, di parole e non-parole, di brani».¹³² Questo disturbo in Italia colpisce il 3,5-4% della popolazione scolastica fra gli 8 e i 13 anni (circa 350.000 studenti).¹³³ Visto che il nostro lavoro esula da un'analisi approfondita del problema, ci limiteremo ad illustrare l'apporto che le neuroscienze cognitive possono dare alla comprensione di questo disturbo e l'impatto che possono avere sui processi educativi che mirano al recupero di questa difficoltà d'apprendimento,

Premesso che le ricerche in campo neuroscientifico sul "cervello dislessico" ci consegnano un quadro incompleto e a volte contraddittorio, siamo però in grado di indicare alcune scoperte della "scienza della lettura" che al momento godono di un certo credito nel mondo scientifico:

- in tutte le culture c'è una parte dei bambini colpita dalla dislessia; diventa un serio problema pediatrico soprattutto in quei paesi che hanno una scrittura alfabetica particolarmente opaca (Inghilterra, Francia, Cina) e che richiede quindi un grande sforzo di apprendimento grafo-fonologico;
- nelle culture alfabetiche il confronto tra dislessici e soggetti normali ha fatto emergere un'anomalia nel lobo temporale sinistro, che risultava ipoattivato nei soggetti dislessici;¹³⁴
- alterazioni che avvengono nel corso della gravidanza a carico della corteccia cerebrale (ectopie e microsolchi) e concentrate nelle aree

e valutazione». (*Linee guida per il diritto allo studio degli alunni e degli studenti con disturbi specifici di apprendimento*, MIUR, 2011, p. 3)

¹³² Ivi, p. 4.

¹³³ Simoneschi, G., a cura di, *La dislessia e i disturbi specifici di apprendimento. Teoria e prassi in una prospettiva inclusiva*, Annali della Pubblica Istruzione 2/2010, MIUR, Roma, 2010, p. 9. In Francia il dato è più alto: le stime parlano del 6-8% dei bambini al secondo anno di scuola primaria. (Dehaene, cit., p. 274)

¹³⁴ Paulesu, E. et al., *Dyslexia: Cultural Diversity and Biological Unity*, *Science* 291, 2165 (2001).

del linguaggio, rendono deboli le rappresentazioni fonologiche indispensabili all'alfabetizzazione e causano anomalie delle «regioni sensoriali del talamo, riducendo così la precisione della codifica degli ingressi uditivi e visivi»;¹³⁵

- vi è una forte componente genetica e sono stati identificati quattro geni responsabili (DYX1C1, DCDC2, KIAA0319, ROBO1).

In un panorama di questo tipo, qual è il ruolo che l'educazione può svolgere per ridurre o contenere questo disturbo? La base genetica della dislessia rende vani gli sforzi didattici dell'insegnante? E le neuroscienze possono avere un ruolo in questa battaglia educativa? Rispondo con le parole di Dehaene: «Bisogna dunque dire e ripetere ai genitori dei bambini dislessici che la genetica non è una condanna per l'eternità; che il cervello è un organo plastico, perennemente in costruzione, dove l'esperienza detta legge tanto quanto il gene; che le anomalie delle migrazioni neuronali, quando esistono, colpiscono solo piccolissime regioni della corteccia; che il cervello del bambino comprende milioni di circuiti ridondanti che possono compensarsi tra loro; e che, infine, la nostra capacità di intervento non è nulla: ogni nuovo apprendimento modifica l'espressione dei nostri geni e trasforma i nostri circuiti neuronali. Grazie ai progressi della psicologia della lettura possiamo immaginare migliori metodi di insegnamento e di rieducazione della lettura. Grazie agli avanzamenti del *neuroimaging* potremo vedere in che misura questi progressi ripristinino effettivamente circuiti neuronali funzionali».¹³⁶ Ed è proprio col monitoraggio delle tecnologie di *brain imaging* che le neuroscienze diventano alleate dei processi educativi e rieducativi. Come nel caso della rieducazione cognitiva della dislessia attuata con software informatici, che sta dando ottimi risultati,

¹³⁵ Dehaene, *I neuroni della lettura*, p. 292.

¹³⁶ Ivi, pp. 296-297.

come dimostrano importanti lavori scientifici. Una ricerca effettuata nel 2003 da Elise Temple et al.¹³⁷, ha proprio evidenziato i benefici effetti di un programma di recupero per bambini dislessici, il *Fast ForWord Language*, dimostrandone l'efficacia grazie all'impiego della fMRI, che ha "certificato" le modificazioni cerebrali indotte dal training eseguito con questo software.¹³⁸ Dopo il training, infatti, le aree cerebrali della corteccia temporo-parietale sinistra (in particolar modo il giro frontale inferiore sinistro), coinvolte nei processi fonologici e che nei soggetti dislessici risultano ipoattive, hanno mostrato un deciso incremento dell'attività neuronale (Fig. 11).

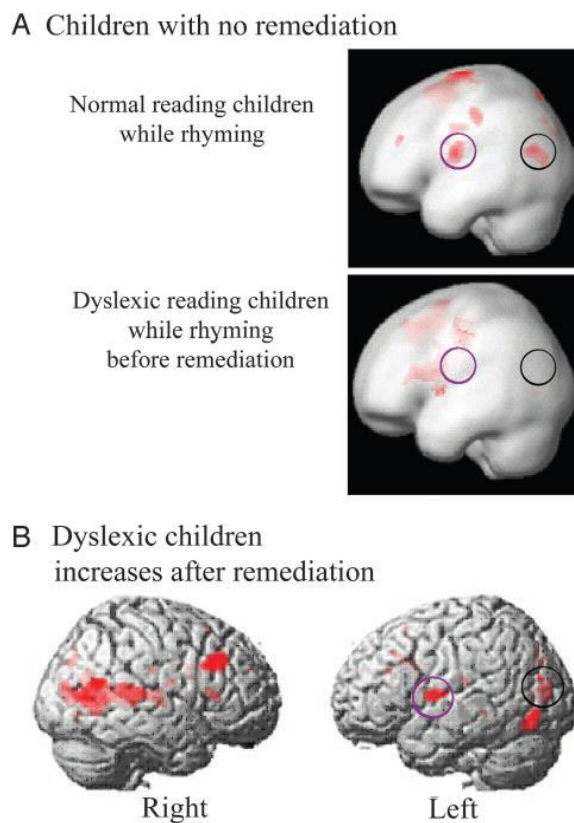


Fig. 11. Una rieducazione intensiva con il computer permette di restaurare un'attività cerebrale quasi normale nei bambini dislessici. Le immagini mostrano le regioni cerebrali attivate quando i bambini giudicano se due lettere rimano. Dopo l'allenamento, l'attività risale in regioni temporali e parietali vicine, ma non identiche a quelle osservate nel bambino normale. Altre regioni dell'emisfero destro, non visibili nell'immagine, mostrano ugualmente un ritorno di attività. (Da Temple et. al., 2003)

¹³⁷ Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack, R. A., Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M. and Gabrieli, J. D. E., *Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: Evidence from functional MRI*, PNAS, March 4, 2003, vol. 100, no. 5, 2860-2865. È stato il primo studio in cui si sia impiegata la fMRI per mostrare i cambiamenti delle funzioni cerebrali nei bambini dislessici sottoposti a rieducazione linguistica.

¹³⁸ Il training con Fast ForWord Language (Scientific Learning Corporation, Oakland, CA) è durato in media 27,9 giorni; ogni giorno i bambini si esercitavano per 100 minuti; in una settimana i soggetti erano impegnati per 5 giorni.

Lo studio ha così dimostrato che «è possibile visualizzare i cambiamenti avvenuti a livello delle funzioni cerebrali in seguito alla rieducazione alla lettura».¹³⁹ È altresì importante sottolineare che i cambiamenti visualizzati nel cervello non bastano di per sé a confermare l'efficacia di un trattamento rieducativo. È necessario che il tutto venga confermato incrociando i dati raccolti con dei test cognitivi, che valutano l'effettivo miglioramento nell'abilità cognitiva specifica.¹⁴⁰

Sembra però che sussista una differenza tra la dislessia nei bambini e nei soggetti adulti. Questi ultimi, infatti, per compensare i deficit delle aree dell'emisfero sinistro, attuano un coinvolgimento considerevole dell'emisfero destro. Sembra, dunque, che la plasticità neurale in bambini e adulti segua modalità differenti. Gli adulti tendono a bilateralizzare molte di quelle attività che i giovani svolgono utilizzando quasi esclusivamente un emisfero.¹⁴¹

«L'imaging cerebrale – ci ricorda Dehaene – mostra che la rieducazione intensiva produce due effetti maggiori sul cervello: normalizzazione e ricompensazione. All'interno delle reti tipiche della lettura l'attività si normalizza. Ricordiamoci che il cervello dislessico si caratterizza principalmente per una diminuzione di attività nella regione temporale sinistra. Praticamente tutti gli studi, siano essi con fMRI o magnetoencefalografia, osservano, dopo l'allenamento, un netto ritorno di attività in questa regione. Questo aumento spiega probabilmente i miglioramenti nelle prestazioni fonologiche».¹⁴² Ma si osservano anche delle compensazioni che a volte si limitano al reclutamento di aree cerebrali

¹³⁹ Ivi, p. 2865.

¹⁴⁰ Coltheart, M. and McArthur, G., *Neuroscience, education and educational efficacy research*, in *Neuroscience in Education*, edited by Della Sala, S. and Anderson, M., Oxford University Press, United Kingdom, 2012, pp. 215-221.

¹⁴¹ Eden, G. F., Jones, K. M., Cappell, K., Gareau, L., Wood, F. B., Zeffiro, T. A., Dietz, N. A. E., Agnew, J. A. and Flowers, D. L. *Neural Changes following Remediation in Adult Developmental Dyslexia*, *Neuron*, Vol. 44, October 28, 2004, Cell Press, pp. 411-422.

¹⁴² Dehaene, *I neuroni della lettura*, p. 299.

vicine, mentre altre volte arrivano ad attivare regioni simmetriche nell'emisfero destro. «Probabilmente, queste regioni presentano dei circuiti intatti sufficientemente prossimi alla funzione richiesta per essere riciclati nella lettura».¹⁴³

Un filone della ricerca che sta crescendo negli ultimi tempi è quello che si occupa dell'individuazione dei cosiddetti “predittori” neurali e cognitivi della dislessia. Questi “segnali-sintomo” potrebbero aiutarci ad identificare precocemente quei soggetti che in futuro potrebbero avere problemi con la lettura, spingendoci a predisporre interventi educativi preventivi in grado di contenere gli svantaggi educativi ad essa connessi. Esistono già diverse ricerche in psicologia cognitiva che puntano in questa direzione, ma stanno crescendo anche i lavori di neuroscienze cognitive, che puntano ad individuare i correlati neurali (differenze neuroanatomiche, difformità neurofisiologiche, ecc.) connessi a questo disturbo.

Matematica e discalculia

Un'altra abilità cognitiva molto indagata negli ultimi anni dalla psicologia e dalle neuroscienze cognitive, è la cognizione matematica e i deficit ad essa connessi, in particolar modo la *discalculia*. Un'abilità, quella matematica, verso la quale il mondo scientifico ed educativo sta guardando con crescente interesse, anche alla luce dei giudizi che emergono dalle periodiche indagini PISA-OCSE e IEA (Fig. 12) e che per noi italiani non sono particolarmente lusinghieri.¹⁴⁴ Le difficoltà nelle abilità matematiche

¹⁴³ Ivi, p. 299.

¹⁴⁴ Dal Rapporto TIMSS 2011 emerge che in matematica l'Italia è sopra la media al 4° anno di scuola primaria: «Gli studenti italiani raggiungono il punteggio di 508, significativamente superiore alla media internazionale. Gli studenti che raggiungono una migliore *performance* sono quelli di Singapore, Repubblica di Corea e Hong Kong che ottengono rispettivamente i punteggi di 606, 605, e 602. Ad essi seguono Taipei Cinese (591) e Giappone (585) che, ricoprendo le posizioni più alte, confermano la tendenza dei Paesi asiatici ad ottenere punteggi più alti rispetto agli altri». Ma all'8° anno (classe III scuola secondaria I grado) il punteggio rimane sulla media internazionale: L'Italia consegue risultati (498) che sono globalmente in linea con la media internazionale (500). Dall'analisi dei risultati dell'indagine TIMSS 2011 riguardante l'ottavo anno di scolarità emerge innanzitutto un enorme distacco tra i cinque Paesi asiatici migliori

rappresentano non solo la principale debolezza didattico-educativa in età scolare, ma anche una delle fragilità cognitive più diffusa in età post-scolastica, tanto da contribuire in maniera determinante al cosiddetto analfabetismo funzionale (o di ritorno), che colpisce una buona fetta della popolazione adulta mondiale, con punte preoccupanti nel nostro Paese.¹⁴⁵

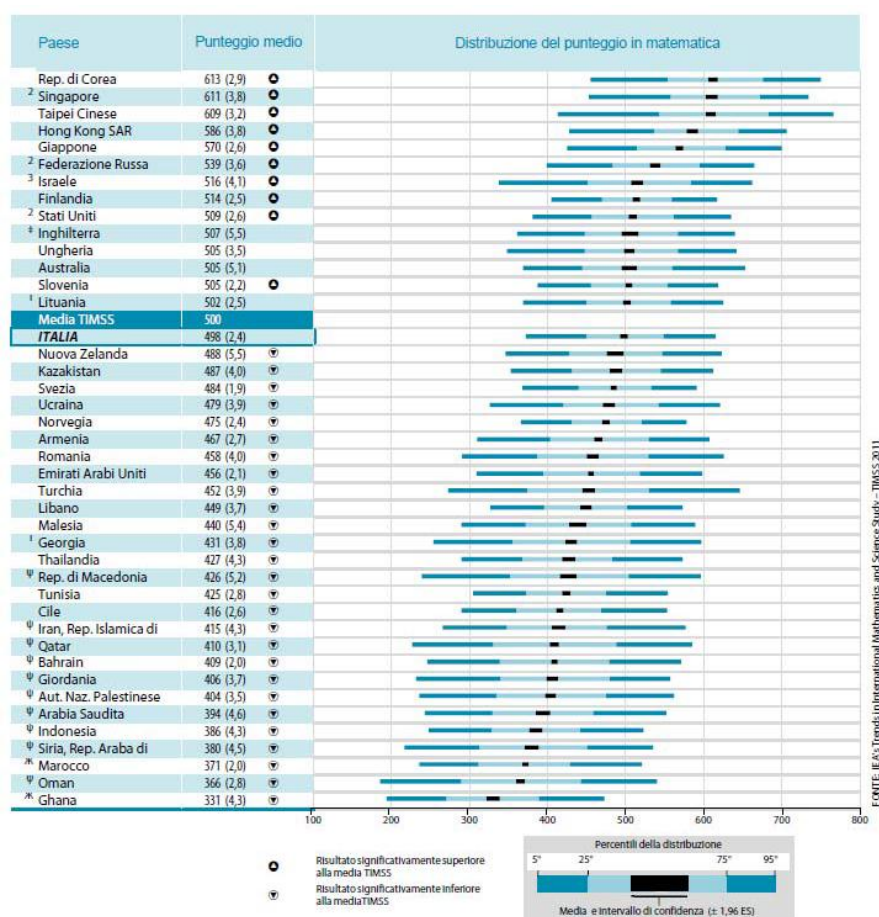


Fig. 12. La tabella riporta i dati della rilevazione IEA-PIRL e TIMMS del 2011, riguardante le prestazioni in matematica degli studenti all'ottavo anno di scolarità.

(Singapore, Corea del Sud, Taipei Cinese, Hong Kong e Giappone) e il resto dei Paesi partecipanti». (Indagini IEA 2011 PIRLS e TIMMS. *Sintesi dei risultati*, a cura dell'INVALSI, 2012, p. 6). Quindi, con il procedere del percorso scolastico, gli studenti italiani peggiorano le performance in matematica. «Le competenze dei 15-enni italiani in Matematica si situano leggermente, ma significativamente, al di sotto della media OCSE (circa il 2 per cento, 485 punti a fronte dei 494 della media OCSE). Fra i paesi OCSE, ottengono un punteggio inferiore all'Italia solo Svezia, Ungheria, Israele, Grecia, Cile e Messico; sono equiparabili all'Italia (avendo valori che non se ne discostano in termini statisticamente significativi) Norvegia, Portogallo, Spagna, Repubblica Slovacca e Stati Uniti». (OCSE PISA 2012. *Sintesi dei risultati per l'Italia*, a cura dell'INVALSI, Roma, 2013, p. 1)

¹⁴⁵ Per analfabeti funzionali si intende «quella parte di popolazione che [...] pur non essendo analfabeta strumentale, essendo cioè in possesso della strumentazione essenziale che permette di scrivere e leggere singole lettere, parole, frasi semplici, non ha le competenze necessarie per usare la lettura e la scrittura per raccogliere e produrre informazione contenuta in testi scritti, in tabelle, in grafici, in disegni o espressa in linguaggi formalizzati, quali quelli della matematica e della geometria». (Invalsi, a cura di, *Letteratismo e abilità per la vita. Indagine nazionale sulla popolazione italiana 16-65 anni*, Roma, 2006, p. 32)

Non è questa la sede in cui soffermarsi a trattare della cognizione matematica e dei processi d'apprendimento che sottostanno alla sua strutturazione e al suo sviluppo. Dopo alcune brevi note introduttive, infatti, la nostra attenzione sarà focalizzata su quelle ricerche provenienti dalle neuroscienze cognitive che, oltre a “mappare” le connessioni cerebrali coinvolte in questo processo, fungono da strumenti di verifica “biologica” di avvenute modificazioni cerebrali conseguenti a training educativi. I lavori scientifici sulla discalculia, pur essendo raddoppiati nell'ultimo decennio rispetto a quello precedente, rimangono ancora in numero esiguo rispetto a quelli sulla dislessia, anche se viviamo in una società in cui la popolazione presenta difficoltà in matematica molto più diffuse e consolidate.

Allo stato attuale, cosa sappiamo sulla cognizione matematica? È un campo d'indagine piuttosto recente, ma grazie ai lavori pioneristici di Karen Wynn, Stanislas Dehaene e Brian Butterworth negli anni '90 del secolo scorso, possiamo contare su alcune evidenze sperimentali che sono ampiamente condivise dalla comunità scientifica internazionale:

- il cervello umano e quello di altre specie animali possiede un innato “senso del numero”;¹⁴⁶
- il cervello umano e di altre specie animali ha la capacità di formare un concetto di numero intero;
- il cervello umano e di altre specie animali sa distinguere immediatamente una risposta giusta da una sbagliata, quando lo scenario presentato si limita a piccoli numeri (1, 2 e 3);¹⁴⁷

¹⁴⁶ «L'intuizione dei numeri è [...] saldamente ancorata nel nostro cervello. Il numero vi compare come una delle categorie fondamentali tramite le quali il nostro sistema nervoso rappresenta il mondo esterno. [Le] quantità numeriche s'impongono senza sforzo attraverso le circonvoluzioni dei circuiti specializzati del lobo parietale. L'organizzazione del cervello determina gli attributi del mondo esterno ai quali siamo in grado di prestare attenzione, e sui quali basiamo il pensiero matematico». (Dehaene, S., *Il pallino della matematica*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2010, p. 264)

¹⁴⁷ Questa capacità è stata definita “*subitizzazione*”. «Quale ne sia l'origine, non ci sono dubbi che, dopo i sei mesi, il bambino possiede un accumulatore aritmetico rudimentale, capace di riconoscere i numeri più piccoli e di combinarli in addizioni e sottrazioni elementari». (Ivi, p. 60)

- i numeri e l’aritmetica oltre il 3 richiedono il coinvolgimento diretto del linguaggio;
- la memoria ha un ruolo centrale nel calcolo mentale degli adulti;¹⁴⁸
- l’area cerebrale che al momento sembra dare all’elaborazione numerica un contributo fondamentale, è quella che viene indicata con l’acronimo HIPS (*horizontal part of the intraparietal sulcus*), “parte orizzontale del solco intraparietale” di entrambi gli emisferi¹⁴⁹; quando però l’esecuzione di un calcolo viene eseguita chiamando in causa la memoria, diminuisce l’attivazione di HIPS e aumenta l’attivazione di un’altra area cerebrale dell’emisfero sinistro coinvolta nell’elaborazione del linguaggio, il giro angolare sinistro (Fig. 13).¹⁵⁰

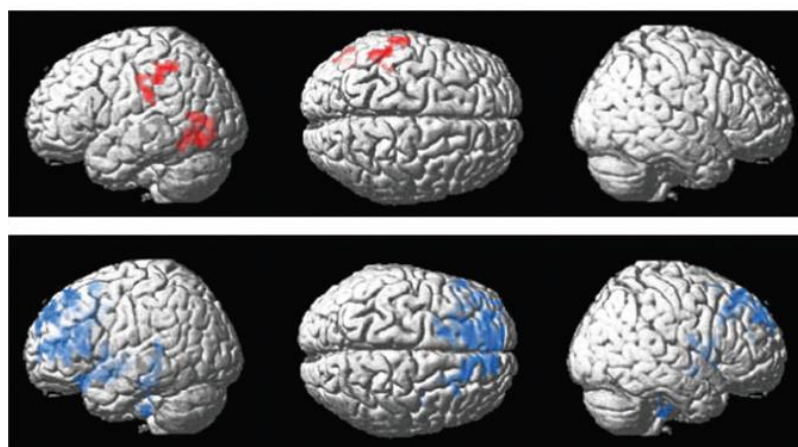


Fig. 13. Rendering della superficie cerebrale che evidenzia le aree che aumentano (in rosso) o diminuiscono (in azzurro) la loro attivazione quando vengono eseguiti delle prove aritmetiche mentali. (Rivera et al. 2005)

¹⁴⁸ «Ciò non significa certo che gli adulti non dispongano anche di molte altre strategie di calcolo; la maggior parte di noi, infatti, ammette di fare ricorso a metodi indiretti: per esempio, calcolare 9×7 come $(10 \times 7) - 7$, anche se questo contribuisce a rallentare la soluzione delle grandi addizioni e moltiplicazioni. Ciò significa che, cominciando a frequentare la scuola, si ha un rovesciamento dell’aritmetica mentale. Da una conoscenza intuitiva delle quantità numeriche, dominata dalle strategie di calcolo, si passa a un’aritmetica imparata a memoria. Tale importante svolta coincide anche con le prime difficoltà matematiche, e non è un caso». (Ivi, pp. 131-132)

¹⁴⁹ «La regione HIPS si attiva ogni volta che compare un numero, ma non risponde se lo stimolo è una lettera o un colore». (Ivi, p. 275)

¹⁵⁰ « Quando ci viene chiesto per la prima volta di eseguire complessi calcoli aritmetici, come $23 + 39$. HIPS è estremamente attiva. Progressivamente, esercitandoci ad archiviare fatti in memoria, l’attività di HIPS diminuisce e aumenta quella nelle regioni dell’emisfero sinistro che elaborano il linguaggio, in particolare nella regione detta del giro angolare. Complessivamente, questi risultati sono in buon accordo con l’idea di due sistemi per i numeri: un nucleo per la rappresentazione delle grandezze, associato alla regione intraparietale di entrambi gli emisferi, che è presente in tutte le culture e per qualsiasi livello di istruzione, e uno specifico circuito nell’emisfero sinistro, associato al linguaggio e a strategie dipendenti dall’educazione per la memorizzazione e il recupero di fatti aritmetici» (Ivi, p. 278). La conferma dell’attivazione della HIPS per la numerazione è emersa recentemente (Dastjerdi, M., Ozker, M., Foster, B. L., Rangarajan, V., and Parvizi, J., 2013) dai dati registrati con elettrodi impiantati per motivi terapeutici nella corteccia cerebrale di tre pazienti epilettici.

- la pratica produce una riduzione dell’attivazione delle aree fronto-parietali e un aumento dell’attivazione di quelle parietali. Questo fenomeno è emerso soprattutto nel differente coinvolgimento di queste aree cerebrali nei bambini rispetto agli adulti. Con crescere dell’età, infatti, diminuisce l’attivazione delle regioni frontali e aumenta quella della corteccia parietale;¹⁵¹
- ci sono molte evidenze scientifiche che mettono in relazione numeri, movimento della mano e postura delle dita;¹⁵²
- c’è una stretta correlazione fra i concetti di numero, spazio e tempo.¹⁵³

Partendo da questi importanti assunti, l’educazione matematica dovrebbe quindi seguire alcune regole auree:

- promuovere l’intuizione matematica fin da piccolissimi;¹⁵⁴
- con i bambini bisogna lavorare sulla rapidità e l’automaticità delle operazioni aritmetiche di base, così che la loro mente possa concentrarsi con maggiore attenzione sui problemi più complessi;¹⁵⁵
- la relazione tra rappresentazione simbolica e non simbolica delle quantità deve essere costante e contestuale;¹⁵⁶

¹⁵¹ Cantlon, J. F., Libertus, M. E., Pinel, P., Dehaene, S., Brannon, E. M. and Pelphey, K. A., *The neural development of an abstract concept of number*, Journal of Cognitive Neuroscience, 21(11), 2217-2229, 2009.

¹⁵² Seron, X., *Can teachers count on mathematical neurosciences?*, in *Neuroscience in Education*, edited by, Della Sala S. and Anderson M., Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, 2012, p. 92.

¹⁵³ «I neuroni che trattano queste grandezze sono interconnessi all’interno delle stesse sezioni della corteccia, senza peraltro formare dei “moduli” ben distinguibili, ma mostrando un’ampia distribuzione su diversi centimetri di corteccia. [...] Una delle più rimarchevoli scoperte in questo ambito è che il pensare un numero influisce sul modo in cui prestiamo attenzione allo spazio. [...] Quando pensiamo ai numeri o facciamo dell’aritmetica, non ci relazioniamo solamente con un puro concetto etereo e astratto di numero. Il nostro cervello collega immediatamente il numero astratto con le nozioni concrete di grandezza, posizione e tempo». (Dehaene, S., *Il pallino della matematica*, pp. 280-281-283)

¹⁵⁴ «Mi sembra che la sola strategia ragionevole per insegnare la matematica sia quella che arricchisce progressivamente l’intuizione dei bambini, facendo leva sul loro talento precoce per la manipolazione delle quantità e il contare. Si comincerà con lo stuzzicare la loro curiosità con giochetti divertenti; si passerà poi a esporre, a poco a poco, quanto siano utili le scorciatoie che la notazione matematica simbolica permette senza tuttavia separarla mai dall’intuizione quantitativa; infine, si introdurranno i sistemi formali e assiomatici, sempre motivati da una esigenza di semplicità. Si tratta quasi di tracciare, nel cervello di ciascun studente, la storia della matematica e le sue motivazioni» (Ivi, p. 260)

¹⁵⁵ In questo modo, libera la memoria lavoro della corteccia prefrontale, che viene così impiegata per la soluzione di compiti più complessi. (Dehaene, S., *The Calculating Brain*, in *Mind, Brain, & Education*, edited by David A. Sousa, Solution Tree Press, Bloomington, IN, USA, 2010, pp. 195-196)

¹⁵⁶ Vanbinst, K., Ghesquière, P., and De Smedt, B., *Numerical Magnitude Representations and Individual Differences in Children’s Arithmetic Strategy Use*, Mind, Brain, and Education, Volume 6, Number 3, 129-136, 2012.

- per acquisire conoscenze e abilità matematiche applicabili generalmente, bisogna accompagnare l'apprendimento meccanico con la comprensione.

Ma qual è l'apporto che le neuroscienze cognitive stanno dando a questo settore di ricerca? Come dicevo, oltre a corroborare i risultati della psicologia cognitiva e a contribuire in maniera determinante alla “topografia” cerebrale della cognizione matematica, l'*imaging* neurale viene utilizzato per valutare le sollecitazioni plastiche indotte dall'apprendimento matematico. A questo riguardo, sono noti i lavori delle ricercatrici austriache Margarete Delazer e Anja Ischebeck, pur rappresentando delle eccezioni nel panorama scientifico internazionale. I gruppi di ricerca guidati da queste due neuroscienziate hanno utilizzato la fMRI per analizzare le modificazioni che intervengono nell'attivazione di certe aree cerebrali, quando vengono sollecitate con compiti matematici ripetuti. Grazie ai loro lavori siamo riusciti a visualizzare i cambiamenti del cervello prodotti da un training. Si è così dimostrato, ad esempio, come il cervello si attiva in maniera diversa a seconda se tratta compiti matematici già conosciuti e sui quali si è già esercitato, rispetto a prove mai affrontate. È stato infatti dimostrato come i lobi prefrontali, sede delle funzioni esecutive, vengono fortemente coinvolti nella risoluzione di problemi sconosciuti, rispetto al giro angolare sinistro, che viene invece fortemente sollecitato quando si trattano algoritmi già conosciuti (Fig. 14).¹⁵⁷

¹⁵⁷ Ischebeck, A., Zamarian, L., Siedentopf, C., Koppelstätter, F., Benke, T., Felber, S., Delazer, M., *How specifically do we learn? Imaging the learning of multiplication and subtraction*, Neuroimage 30, 2006, 1365-1375. Ischebeck, A., Zamarian, L., Egger, K., Schocke, M., Delazer, M., *Imaging early practice effects in arithmetic*, Neuroimage 36, 2007, 993-1003.

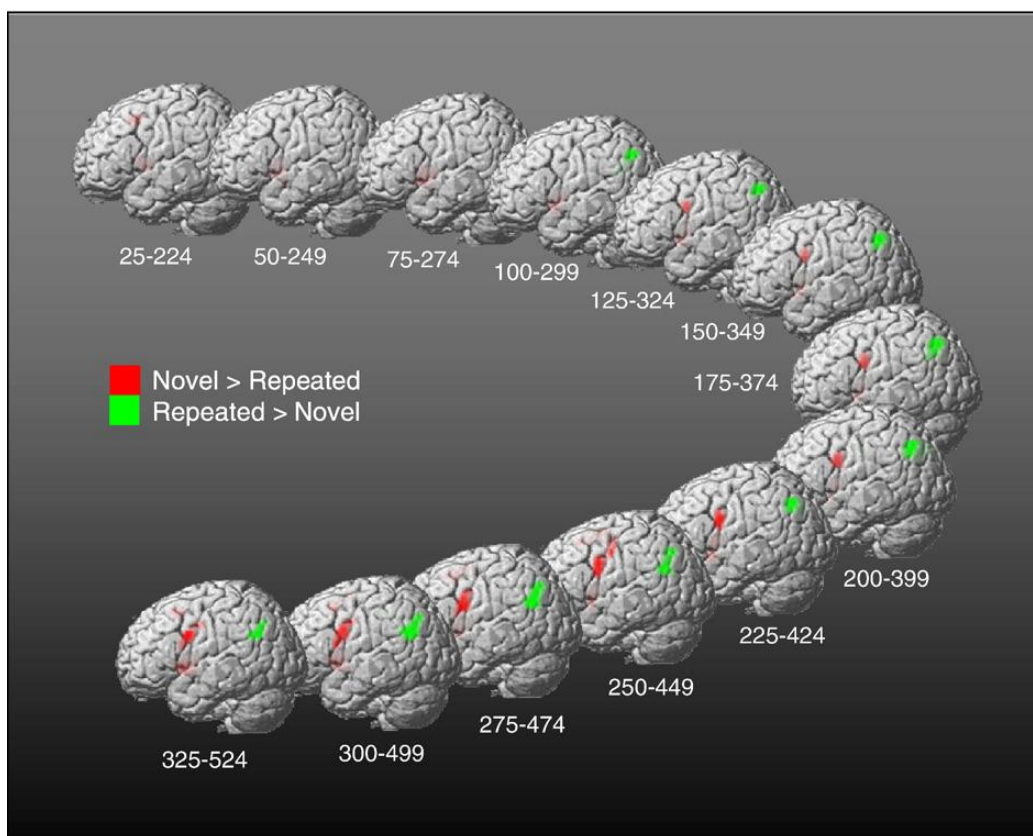


Fig. 14. Nella figura sono riportate una serie di scansioni alla fMRI che evidenziano l'“effetto training” sul cervello. In particolare, in questa immagine le “reazioni” cerebrali ai problemi nuovi sono comparate alle reazioni indotte dalla ripetizione di problemi già affrontati. Come si può vedere, dopo un certo numero di ripetizioni, si attiva in maniera evidente la regione del giro angolare sinistro. (Ischebeck et al. 2007)

Altro settore che le neuroscienze cognitive stanno indagando con sempre maggiore interesse è quello della *discalculia*.¹⁵⁸ Essa riguarda l'abilità di calcolo, sia come capacità di organizzare la cognizione numerica (la subitizzazione, i meccanismi di quantificazione, la seriazione, la comparazione, le strategie di composizione e scomposizione di quantità, le strategie di calcolo a mente) e sia come utilizzo appropriato delle procedure esecutive e del calcolo (lettura e scrittura dei numeri, incolonnamento, recupero dei fatti numerici e algoritmi del calcolo scritto vero e proprio).¹⁵⁹

¹⁵⁸ Per i dati internazionali si può parlare di diagnosi di discalculia solo per uno 0,5-1% della popolazione scolastica. In genere si registrano numeri molto più elevati riguardo le difficoltà di apprendimento del sistema dei numeri: in Italia, ad esempio, si arriva ad un considerevole 20%. In questo caso, però, parliamo di difficoltà d'apprendimento (falso positivo) e non di disturbo specifico del calcolo. (Lucangeli, D., *Discalculia evolutiva sì – discalculia evolutiva no?! Contributo della ricerca cognitiva*, in *La dislessia e i disturbi specifici di apprendimento. Teoria e prassi in una prospettiva inclusiva*, a cura di Simoneschi G., Annali della Pubblica Istruzione 2/2010, MIUR, Le Monnier, Firenze, 2010, pp. 19-36). Anna Wilson e Brian Butterworth, invece, riportano dati internazionali sulla discalculia evolutiva più elevati: parlano di un 6-7% della popolazione.

¹⁵⁹ Linee guida per il diritto allo studio degli alunni e degli studenti con disturbi specifici di apprendimento, MIUR, Roma, 2011, p. 4.

Ci sono evidenze scientifiche che indicano nell'anomalo funzionamento della HIPS (scarsa attivazione¹⁶⁰ e riduzione della materia grigia¹⁶¹) una delle cause principali della discalculia evolutiva. A quanto pare i soggetti discalculici presentano anche un'alterazione del senso del numero¹⁶² e più deboli abilità visuo-spaziali.¹⁶³

La discalculia rappresenta il campo di ricerca in cui le neuroscienze cognitive e l'educazione si rivelano più contingue fra di loro. Negli ultimi tempi, infatti, i ricercatori hanno utilizzato l'*imaging* cerebrale per studiare gli effetti di un periodo di training su soggetti discalculici che si esercitavano con softwares specifici. Un esempio di tali indagini è rappresentato dal recente lavoro di Kucian et al., che ha indagato l'efficacia di un training di 5 settimane eseguito 15 minuti al giorno per cinque giorni alla settimana su 32 soggetti (16 con discalculia evolutiva e 16 di controllo) di 8-10 anni. L'obiettivo della ricerca è stato quello di verificare se il training col software produceva un significativo miglioramento della costruzione e dell'accesso alla linea mentale dei numeri, che sappiamo essere un prerequisito fondamentale per la cognizione numerica. L'efficacia del training è stata valutata attraverso dei tests neuropsicologici, ma anche con delle scansioni alla risonanza magnetica funzionale (fMRI). I risultati hanno messo in evidenza come le esercitazioni abbiano prodotto una riduzione dell'attivazione dei lobi frontali e parietali, causa naturale dei processi di

¹⁶⁰ Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Dosch, M., Martin, E., and von Aster, M., *Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: a functional MRI study*, Behavioral and Brain Functions, 2, 31, 2006.

¹⁶¹ Rotzer, S., Kucian, K., Martin, E., von Aster, M., Klaver, P., and Loenneker, T., *Optimized voxel-based morphometry in children with developmental dyscalculia*, Neuroimage, 39, 417-422, 2007.

¹⁶² Mussolin, C., De Volder, A., Grandin, C., Schlögel, X., Nassogne, M-C., and Noël, M-P., *Neural correlates of symbolic number comparison in developmental dyscalculia*, Journal of Cognitive Neuroscience, 22(5), 860-74, 2010.

¹⁶³ Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A.M., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D.,.....Zorzi, M., *Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia*, Cognition, 116(1), 33-41, 2010.

automatizzazione indotti dal training, e un miglioramento della rappresentazione spaziale della linea mentale dei numeri (Fig. 15).¹⁶⁴

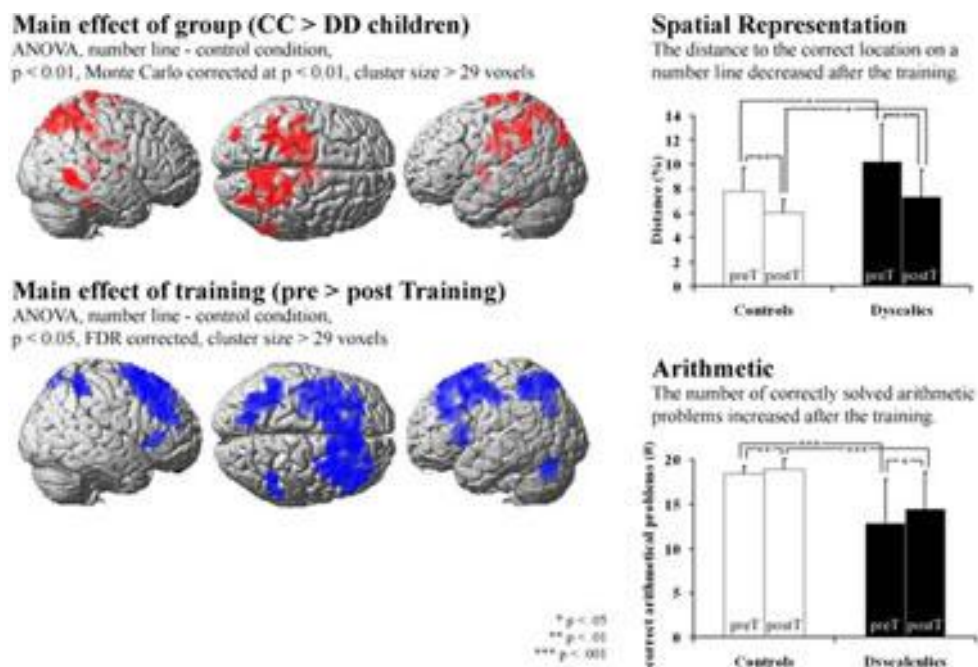


Fig. 15. Nella figura sono rappresentati in maniera sintetica i risultati della ricerca di Kucian et al. del 2011.

Un altro studio molto interessante e in cui la visualizzazione cerebrale viene però applicate con finalità differenti, è quello pubblicato nel febbraio del 2014 da Teresa Luculano e Roi Cohen Kadosh.¹⁶⁵ I due ricercatori, infatti, hanno utilizzato la stimolazione elettrica transcranica (tES)¹⁶⁶ sulla corteccia parietale posteriore, per indurre un miglioramento delle prestazioni

¹⁶⁴ Kucian, K., Grond, U., Rotzer, S., Henzi, B., Schönmann, C., Plangger, F., Gälli, M., Martin, E., von Aster, M., *Mental number line training in children with developmental dyscalculia*, *Neuroimage*, 57(3), 782-95, 2011.

¹⁶⁵ Luculano, T., Kadosh R. C., *Preliminary evidence for performance enhancement following parietal lobe stimulation in Developmental Dyscalculia*, *Frontiers in Human Neuroscience*, volume 8, article 38, 1-10, 2014.

¹⁶⁶ La tecnica tES prevede l'applicazione di deboli correnti elettriche (~1-2 mA) direttamente sulla testa per diversi minuti (~5-30 minuti). La corrente è erogata grazie all'applicazione di due elettrodi posizionati sullo scalpo, attraverso uno stimolatore di corrente alimentato a batterie. Queste correnti generano un campo elettrico che modula l'attività neurale in base alla modalità di applicazione, che può essere continua (stimolazione transcranica a corrente continua, tDCS), rumore casuale (stimolazione transcranica random noise, tRNS) o alternata (stimolazione transcranica a corrente alternata, tACS). La tDCS altera la frequenza di scarica dei neuroni. Numerosi studi su modello animale suggeriscono che la tDCS catodica riduca la frequenza spontanea di scarica dei neuroni, mentre la tDCS anodica abbia un effetto opposto. L'attività neurale aumenta quando il polo positivo (anodo) è collocato vicino al corpo cellulare ed ai dendriti e diminuisce quando il campo è opposto. In accordo a questo sono stati osservati nell'uomo effetti neurofisiologici simili. Infatti la polarizzazione catodica applicata sulla corteccia motoria può indurre una robusta riduzione dell'eccitabilità corticale, mentre la polarizzazione anodica aumenta l'eccitabilità della corteccia motoria. Gli effetti a breve termine della tDCS sono probabilmente indotti da un cambiamento nella polarizzazione della membrana neurale: depolarizzazione (anodica) o iperpolarizzazione (catodica). In modo simile alla rTMS questi cambiamenti durano anche dopo la fine della stimolazione per periodi che variano da minuti a ore, a seconda dei parametri di stimolazione utilizzati (es., intensità e durata). La tDCS è quindi in grado di modificare la prestazione in numerosi compiti cognitivi. (<http://www.cognitiveneuroscience.it/metodiche/stimolazione-elettrica-transcranica-tes/>)

numeriche di due soggetti discalculici adulti. Questo lavoro pioneristico ha messo in evidenza come certi disturbi possano essere ridotti anche con l'ausilio di innovativi strumenti terapeutici. Certo in quest'ultimo caso l'intervento educativo è del tutto assente e si tratta più di una tecnica di riabilitazione neurocognitiva; ma visto che questi interventi neurofisiologici spesso non si rivelano risolutivi, non è infondata l'ipotesi che queste terapie, per mantenere la loro efficacia nel tempo, possano essere supportate da attività didattico-educative. Ma anche queste ipotesi vanno testate con lavori scientifici che allo stato attuale non ci risultano siano stati ancora realizzati.

Un ultimo lavoro a cui vorrei brevemente fare accenno è quello pubblicato nel 2012 da Grabner et al. su *Mind, Brain, and Education* e che riguarda un'interessante analisi con fMRI degli effetti che la commutazione linguistica (il passaggio da un registro linguistico ad un altro) può avere sull'apprendimento della matematica. Già diversi studi di psicologia cognitiva avevano evidenziato l'esistenza di costi cognitivi (scarsa esattezza e lentezza esecutiva) quando la lingua utilizzata nelle prestazioni esecutive è differente da quella utilizzata nelle fasi d'apprendimento. Ma quali siano i meccanismi e le aree cerebrali responsabili di questo "*language-switching effect*", come viene tecnicamente definito, non è ben chiaro. Le ipotesi sul tavolo sono di due tipi: questi costi cognitivi aggiuntivi possono essere dovuti o al tempo impiegato dagli individui nel tradurre le informazioni da una lingua all'altra, oppure all'elaborazione di informazioni numeriche aggiuntive. L'ipotesi di questa ricerca mirava proprio a dare una risposta a questo interrogativo. Lo studio è stato effettuato su 29 adulti bilingue (italiano e tedesco) sottoposti a un training in matematica di 4 giorni in una lingua, seguito da una scansione alla fMRI durante la quale i soggetti dovevano risolvere i problemi su cui si

erano esercitati utilizzando entrambe le lingue conosciute. L'*imaging* cerebrale ha fatto emergere un significativo aumento dell'attivazione nelle aree correlate con la cognizione matematica: solco intraparietale, precuneo, giro fusiforme e corteccia frontale mediale e superiore. Questo risultato ha dato forza all'ipotesi che il peggioramento delle prestazioni in matematica nei soggetti bilingue è dovuto più all'elaborazione di specifici compiti aggiuntivi, piuttosto che alla traduzione e al recupero dei dati matematici da un'altra lingua. A conferma di questo dato c'è il mancato coinvolgimento di regioni cerebrali che presiedono a questo tipo di processi: il giro angolare (GA) e i lobi frontali inferiori. In sostanza, si conferma l'ipotesi dell'esistenza di una capacità del cervello di elaborare i dati numerici indipendentemente dal linguaggio, dando ulteriore conferma al modello del "Triplo-codice"¹⁶⁷ teorizzata da Dehaene.

Come si vede, sono stati proprio i dati emersi dalla fMRI a dare maggior forza euristica ad una delle due ipotesi teoriche che gli studi cognitivi e le evidenze comportamentali avevano avanzato. Conferme empiriche come queste, nel giro di pochi anni, possono venire fatte proprie dal mondo educativo e avere delle ricadute significative sulle politiche scolastiche. Per rifarci all'ultima ricerca citata, pensiamo al significato che le sue conclusioni possono avere sulla cosiddetta *CLIL*.¹⁶⁸

¹⁶⁷ Secondo Dehaene, il cervello elabora l'informazione numerica secondo un "triplo codice" (codice di quantità, codice verbale e codice Arabico): il primo sarebbe geneticamente predeterminato, mentre gli altri due sono un'invenzione culturale. Questo modello spiegherebbe la capacità degli individui adulti di passare con estrema velocità e precisione dalla forma scritta del numero ("3"), a quella verbale ("tre") e quantitativa ("..."), e viceversa. Questo processo è meno accurato nei bambini, che hanno bisogno di molti anni per padroneggiarlo. Esistono, però, evidenze scientifiche contro questa teoria.

¹⁶⁸ L'acronimo C.L.I.L. sta per *Content and Language Integrated Learning* e indica un approccio didattico mediante il quale sono insegnati in un idioma straniero alcuni argomenti di una disciplina non linguistica secondo le direttive europee, in modo da agevolare il dialogo con persone di altre nazionalità e culture, tenendo presenti COGNIZIONI (conoscenza, comprensione, riflessione, analisi, comparazioni), CONTENUTO (l'argomento studiato), COMUNICAZIONE (le parole). La recente Riforma della scuola secondaria di II grado (2010) ha di fatto introdotto nella scuola italiana l'insegnamento di una disciplina non linguistica in una lingua comunitaria, anche se è ancora in fase sperimentale.

Emozioni

Una caratteristica essenziale dei processi cognitivi è quella di riferirsi più ai processi consci che a quelli inconsci e alle risposte volontarie piuttosto che a quelle involontarie. Questa delimitazione fenomenologica ha fatto sì che la ricerca cognitivista finisse per ignorare da una parte quella dimensione esperienziale studiata dalle scuole psicanalitiche (l'inconscio) e dall'altra trascurasse il variegato quanto misterioso e vitale mondo delle emozioni.

È a causa di una datata quanto consolidata concezione filosofica, secondo la quale il mondo delle emozioni rimanderebbe alla sfera dell'irrazionale e dell'istintuale, caratteristiche proprie degli animali, che lo studio scientifico delle emozioni partirà con colpevole ritardo rispetto ai processi cognitivi. La tradizione platonica e aristotelica prima e quella cartesiana dopo hanno fatto dell'uomo un essere eminentemente razionale, per cui occuparsi di tutte quelle declinazioni linguistiche con ascendenze religiose, filosofiche, psicologiche e biologiche che si richiamavano alla mente (anima, ragione, intelletto, pensiero), garantiva una comprensione ontologicamente e scientificamente esaustiva dell'uomo. L'esaltazione della sfera mentale/razionale e la contemporanea svalutazione del corpo, inteso come mero supporto fisico e "prigione dell'anima", ha però prodotto un dualismo impari, in cui tutto ciò che era riconducibile al corpo acquisiva un'accezione negativa. Duemila anni di disinteresse per il corpo, ha eclissato o reso marginale anche l'interesse per la sfera emotivo-affettiva, solo raramente al centro di riflessioni filosofiche e di indagini scientifiche. Ci vorrà il lavoro di demolizione avviato in particolar modo da Nietzsche e Freud e proseguito dalle neuroscienze affettive, a far rivedere queste posizioni e a far rinascere l'interesse per le emozioni. Dopo gli interessanti lavori di Antonio Damasio e Joseph LeDoux, la dimensione emotivo-affettiva ha infatti

guadagnato uno spazio euristico considerevole nell'attuale panorama sperimentale.

Rimandando gli approfondimenti del caso a lavori più specifici, voglio qui soffermarmi su quelle poche informazioni che possono essere utili allo sviluppo di questo lavoro. Tralasciando quelle riflessioni filosofiche che avevano provato a trattare un argomento delicato come quello delle passioni (termine che i filosofi utilizzavano al posto di emozioni) e degli affetti, alcune delle quali molto pregevoli ed articolate (vedi Spinoza e Hume), le prime interessanti osservazioni scientifiche sull'argomento le troviamo nel libro *Le espressioni delle emozioni negli uomini e negli animali*, pubblicato da Darwin nel 1872. Altrettanto importanti furono anche le intuizioni di William James contenute nel famoso articolo comparso su *Mind* nel 1884, con cui teorizzava l'origine extramentale delle emozioni. Proprio da quest'ultimo lavoro prese origine il primo modello teorico sulle emozioni: il "*modello James-Lange*", una teoria periferica secondo la quale le emozioni sono risposte fisiologiche dell'organismo a input provenienti dall'ambiente. Questa teoria è stata poi soppiantata (anche se vedremo come alcune sue intuizioni siano state riprese da modelli teorici molto recenti) dal "*modello di Cannon-Bard*" (1927, 1934), una teoria centrale in cui il talamo e l'ipotalamo rivestono un ruolo fondamentale. Nel corso del Novecento alle teorie fisiologiche sopra accennate si sono susseguite e sovrapposte molte altre teorie sulle emozioni: teorie motivazionali (Tomkins, 1962-1970; Izard, 1972), cognitive (Schachter e Singer, 1962; Ortony, Clore e Collins, 1988; Lazarus, 1966-1984; Frijda, 1986), evoluzionistiche (Ekman, 1992) e socio-costruzionistiche (Harrè, 1986). Molto importanti sono stati anche i lavori del filone psicoanalitico, che hanno esaminato lo sviluppo affettivo-emotivo soprattutto dal punto di vista delle relazioni e dei legami affettivi che si

sviluppano dopo la nascita: figure importanti sono stati Anna Freud (1895-1982), René Spitz (1887-1974), Erik Erikson (1902-1994), Donald Winnicott (1896-1971), Melanie Klein¹⁶⁹ (1882-1960) e soprattutto John Bowlby (1907-1990) e Mary Ainsworth (1913-1999). Quest'ultimi due studiosi sono noti per i loro pioneristici lavori sperimentali sull'attaccamento nella prima infanzia: grazie alle loro ricerche, infatti, abbiamo compreso come il bambino formi legami molto stretti con le figure (*caregiver*) che si prendono cura di lui fornendogli tutto ciò di cui ha bisogno (nutrirsi, stare caldo, ottenere che siano alleviati il fastidio e il dolore, ecc.). E tali legami rappresentano proprio il campo privilegiato in cui si struttura l'esperienza emotiva di un individuo nei primi anni di vita.

La sintesi fra l'approccio psicoanalitico e quello etologico, che aveva prodotto i lavori di Bowlby e Ainsworth, è stato integrato e per certi versi criticato dalle teorie cognitive, che per lungo tempo hanno monopolizzato l'attenzione degli studiosi, dando un grosso contributo alla comprensione dell'universo emotivo. Fra le teorie cognitive più celebri voglio ricordare quella di Richard Lazarus:

Quel che ipotizzo è che, perché nasca un'emozione, dev'esserci un incontro adattivo incentrato su qualche questione personale, per così dire; un'interazione in corso tra persona e ambiente che incide sugli scopi personali che sono coinvolti nell'incontro stesso, e rispetto ai quali le condizioni ambientali sono rilevanti [...]. La persona deve decidere se quel che accade riguarda importanti valori o scopi. Mette in discussione la sua identità? Mette in luce le sue inadeguatezze? Rappresenta un pericolo per il suo status sociale? Produce una perdita importante? È una sfida che può essere superata, o un danno per cui non ha potere di ottenere riparazione? O è una fonte di felicità e di orgoglio?¹⁷⁰

Per Lazarus le emozioni coinvolgono la sfera cognitiva, fatta di attenzione e coinvolgimento del suo Sé, che valuta la relazione che si

¹⁶⁹ «Credo che la felicità goduta nell'infanzia e l'amore per l'oggetto buono che arricchisce la personalità siano alla base della capacità di godere e di sublimare fino all'età della vecchiaia» (1957). (Klein, M., citata in Russo, R. S., D'Ambrosio, F., Marchese, G., *L'emozione: funzione integrante delle dinamiche energetiche e psicofisiologiche nelle interazioni psiche-corpo*, in *Neuroscienze ed emozioni*, Idee in Psicoterapia, Volume 5, N. 1-3, 2012, p. 13.

¹⁷⁰ Lazarus, R., citato da Nussbaum, M. C., *L'intelligenza delle emozioni*, Il Mulino, Bologna, 2004, p. 139.

instaura fra lui e il mondo che lo circonda. In sostanza le emozioni di un individuo riassumono il modo in cui esso concepisce la sua identità, il suo senso dell'individualità e di ciò che per essa è essenziale. Un'altra citazione di Lazarus, riportata da Martha Nussbaum nel suo interessante saggio *L'intelligenza delle emozioni*, chiarisce ulteriormente le sue posizioni:

Da una reazione emotiva noi possiamo imparare molto a proposito di ciò che c'è in gioco per una persona nell'incontro con l'ambiente e la vita in generale, sul come questa persona vede il proprio Sé e il mondo, su come affronta danni, minacce, sfide. Nessun altro concetto in psicologia è altrettanto riccamente rivelatore del mondo in cui un individuo si rapporta alla vita, e allo specifico dell'ambiente fisico e sociale.¹⁷¹

L'approccio cognitivo alle emozioni trova poi il suo naturale approdo nelle riflessioni di Howard Gardner, che nel suo *Formae mentis* (1983) parla di *intelligenze personali*, distinguendole in *intrapersonale* e *interpersonale*. Per Gardner l'intelligenza intrapersonale è la capacità di accedere «*alla propria vita affettiva*, all'ambito dei propri affetti e delle proprie emozioni: la capacità di discriminare istantaneamente fra questi sentimenti e, infine, di classificarli, di prenderli nelle maglie di codici simbolici, di attingere a essi come mezzo per capire e guidare il proprio comportamento. [...] L'altro tipo di intelligenza [l'interpersonale] è rivolto all'esterno, verso altri individui. Qui la capacità centrale è l'*abilità di rilevare e fare distinzioni fra altri individui* e, in particolare, fra i loro stati d'animo, temperamenti, motivazioni e intenzioni».¹⁷² Su questa linea di ricerca si muove anche l'elaborazione teorica di Daniel Goleman, che nel 1995 pubblica un fortunato saggio dal titolo *Intelligenza emotiva*¹⁷³, che di fatto apre una nuova stagione

¹⁷¹ Lazarus, R., cit. Ivi, p. 140.

¹⁷² Gardner, H. *Formae mentis. Saggio sulla pluralità dell'intelligenza*, Feltrinelli, Milano, 1987, p. 260.

¹⁷³ «Goleman (1996) riconosce nell'uomo l'esistenza di due menti: una che pensa, l'altra che sente. Queste due modalità della conoscenza, così fondamentalmente diverse, interagiscono per costruire la nostra vita mentale. La mente razionale è la modalità di comprensione di cui siamo solitamente coscienti, dominante nella consapevolezza e nella riflessione, capace di ponderare e di riflettere. Accanto ad essa c'è un altro sistema di conoscenza, impulsivo, potente e a volte illogico: la mente emozionale. Il rapporto fra razionale ed emozionale nel controllo della mente varia lungo un gradiente continuo; quanto più intenso è il sentimento, tanto più la mente emozionale è dominante e più inefficace quella razionale. Nella maggior parte dei casi, queste due menti operano in grande sinergia e le loro modalità

d'interesse per questa dimensione dell'uomo: vengono messi a punto metodi e strumenti per misurare l'intelligenza emotiva (scala MEIS, MSCEIT, Test di Bar-On) e sono promossi progetti di alfabetizzazione emozionale per i bambini, come il Programma CASEL ispirato da Goleman e il PAS Basic (Programma di Arricchimento Strumentale Basic) di Reuven Feuerstein.

Contemporaneamente alle indagini psicologiche e funzionali, si è andato intensificando l'interesse scientifico per gli aspetti neuroanatomici e neurofisiologici dell'elaborazione emotiva, che ha visto la sua prima ed illuminante sintesi nel testo di Joseph LeDoux, *Il cervello emotivo* (1998), che già nel titolo annunciava l'apertura di una nuova stagione sperimentale, quella dello studio neuroscientifico delle emozioni. Studiando le lesioni cerebrali prodotte nei ratti, LeDoux ha dimostrato che nella trasmissione del segnale di paura e nella costruzione di un'abitudine o ricordo emotivo sono coinvolte aree del cervello, come l'amigdala, il talamo, l'ipotalamo e la corteccia sensoriale. Ecco come LeDoux spiega la reazione di fronte a uno stimolo potenzialmente pericoloso:

Anche se il sistema talamico non riesce a fare delle sottili distinzioni, ha un vantaggio importante rispetto al percorso dei segnali corticali verso l'amigdala. È una questione di tempo: nel ratto, occorrono circa dodici millisecondi (dodici millesimi di secondo) perché uno stimolo acustico raggiunga l'amigdala attraverso il percorso talamico, mentre impiega due volte di più attraverso il percorso corticale. Il primo quindi è più veloce; anche se non dice che cosa stia minacciando, il segnale avverte velocemente che c'è una minaccia. È un sistema di elaborazione veloce e impreciso.

Immaginate di camminare nella foresta. Sentite un crepitio che va dritto all'amigdala attraverso il percorso talamico. Va anche dal talamo alla corteccia che riconosce il rumore di un rametto che si spezza sotto le vostre

conoscitive, così diverse si integrano reciprocamente per guidarci nella realtà. In genere c'è equilibrio fra mente razionale e mente emozionale; l'emozione alimenta e informa le operazioni della mente razionale, mentre questa rifinisce e a volte pone il veto agli input delle emozioni. Quando le emozioni aumentano di intensità, l'equilibrio si capovolge: la mente emozionale prende il sopravvento, travolgendo quella razionale. Goleman sostiene inoltre che possediamo anche due distinte intelligenze: quella razionale e quella emotiva. Quest'ultima, definita per la prima volta da Salovey e Mayer nel 1989 come capacità di osservare le proprie emozioni e quelle altrui, di differenziarle e di usare tali informazioni per guidare il proprio pensiero e le proprie azioni, comprende la capacità di regolare le proprie emozioni, di controllare gli impulsi, di essere empatici, di modulare i propri stati d'animo, evitando che la sofferenza ci impedisca di pensare e svolge un ruolo importante nel guidare le nostre decisioni in stretta collaborazione con l'intelligenza razionale». (D'Alessio, C., Minichillo, I., *Le neuroscienze e l'educazione*, Pensa Editore, Lecce, 2010, p. 215)

scarpe, oppure quello di un serpente a sonagli che si agita. Mentre la corteccia lo capisce, l'amigdala sta già iniziando la difesa contro il serpente. L'informazione ricevuta dal talamo non è filtrata: mira a suscitare una risposta. Il compito della corteccia è quello di impedire la risposta sbagliata piuttosto che di produrre quella giusta. Oppure supponiamo che sul sentiero si trovi una forma snella e ricurva. Le sue curve e la sua snellezza raggiungono l'amigdala dal talamo, ma solo la corteccia distingue un serpente da un bastoncino. Se si tratta di un serpente, l'amigdala ha una lunghezza di anticipo. Dal punto di vista della sopravvivenza, è meglio reagire a delle circostanze potenzialmente pericolose come se lo fossero davvero che non reagire affatto. A lungo termine, confondere un bastoncino con un serpente costa meno del contrario.¹⁷⁴

Secondo LeDoux, quindi, lo stimolo sensoriale proveniente dall'esterno segue due strade differenti, una alta (quella corticale) e una bassa (quella sottocorticale o talamica), che si integrano al livello dell'amigdala e producono la reazione emotivo-comportamentale più adeguata. (Fig. 16) «Le emozioni sembrano confermare l'esistenza nell'uomo, di una mente razionale e di una mente emozionale impulsiva e immediata ma dotata di una sua logica e, dunque, non irrazionale: *via rationis* e *via amoris* possono integrarsi».¹⁷⁵

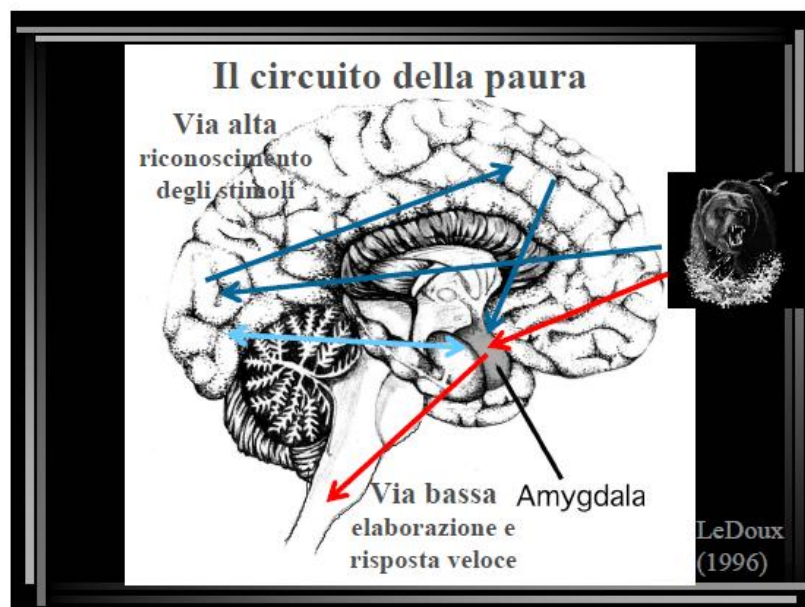


Fig. 16. La doppia strada di Joseph LeDoux.

¹⁷⁴ LeDoux, J., citato in Martino, R., Pedatella, A., Quinto, G. M., *Culture, individui e società*, Simone per la scuola, Napoli, 2008, p. 111.

¹⁷⁵ D'Alessio, C., Minchillo, I., *Le neuroscienze e l'educazione*, p. 220.

Ma vediamo ora quali sono i risvolti scientifici più recenti, che hanno costretto gli studiosi a rivedere molte delle posizioni a cui abbiamo accennato nelle pagine precedenti. A questa riscrittura della natura delle emozioni ha contribuito in maniera determinante l'approccio neuroscientifico che negli ultimi tempi, grazie soprattutto ai lavori di Jaak Panksepp si è andato caratterizzando come un vero e proprio ambito di studio specializzato, denominato "*neuroscienze affettive*".

Emozioni e neuroscienze

Gli studi che hanno dato un impulso determinante all'applicazione dell'indagine neuroscientifica nella ricerca sulle emozioni, sono stati certamente quelli di Antonio Damasio, neuroscienziato della University of Southern California, che nel 1994 pubblicò *L'errore di Cartesio*, un libro in cui esponeva una teoria che allora suonava come rivoluzionaria: cognizioni ed emozioni sono processi strettamente connessi ed interdipendenti fra di loro.¹⁷⁶ Un'affermazione che risultava dalla comparazione di una serie di casi neurologici selezionati dalla storia della medicina e dalla sua esperienza clinica; questo studio, oltre che avvalersi delle accurate osservazioni neuropsicologiche, si è servito delle più moderne tecniche di *brain imaging* (soprattutto la fMRI). I casi più noti riportati da Damasio sono quelli di Phineas Gage ed Elliot: il primo era un caposquadra edile che nel 1848 fu protagonista di un grave incidente sul lavoro, in seguito al quale subì delle menomazioni permanenti; un'esplosione imprevista, infatti, aveva proiettato una sbarra di ferro verso l'alto e malauguratamente gli si era conficcata nel cervello, dopo avergli trapassato la guancia e l'occhio sinistro. Elliot, invece,

¹⁷⁶ «L'intenzione fondamentale di Damasio, in *L'errore di Cartesio*, è convincere il lettore che la distinzione emozione/ragione è imprecisa e fuorviante: le emozioni sono forme di consapevolezza intelligente. Sono "altrettanto cognitive quanto gli altri percetti", e forniscono all'organismo aspetti essenziali della ragion pratica. Fungono da "guide interne" nel rapporto tra soggetto e circostanze». (Nussbaum, M., cit., p. 149)

era un paziente di Damasio affetto da un tumore benigno al cervello, che aveva causato delle lesioni cerebrali rivelatesi sorprendentemente simili a quelle subite un secolo prima da Gage. Pur essendo lontani nel tempo e con eziologie differenti, i casi clinici di Gage e Elliot mostrarono agli occhi di Damasio numerose analogie: entrambi cambiarono profondamente il loro modo di essere. Gage prima dell'incidente era una persona molto equilibrata, svolgeva in modo impeccabile il suo lavoro; era rispettoso ed educato nei confronti di tutti, ed era ben voluto dai suoi collaboratori. Tornato agli impegni quotidiani era diventato un uomo:

bizzarro, insolente, capace a volte delle più grossolane imprecazioni, da cui in precedenza era stato del tutto alieno; poco riguardoso nei confronti dei compagni; insofferente di vincoli o consigli che contrastassero i suoi desideri; a volte tenacemente ostinato, e però capriccioso e oscillante; sempre pronto a elaborare molti programmi di attività future che abbandonava non appena li aveva delineati. Un bambino nelle sue manifestazioni e capacità intellettuali ma con le passioni animali di un adulto robusto. Il linguaggio è talmente osceno e degradato che alle donne si consiglia di non rimanere a lungo in sua presenza, o la loro sensibilità ne sarà turbata.¹⁷⁷

Anche Elliot nella sua vita era sempre stato un uomo serio, composto, intelligente capace di ammaliare con i suoi racconti, a volte freddo tanto da sembrare privo di emozioni e quasi incapace di provare un coinvolgimento affettivo. Elliot aveva una famiglia, era un ottimo padre e inoltre possedeva un ottimo impiego presso un rinomato ufficio legale. Era considerato un modello da seguire da parte di amici e colleghi. Tutto questo fino al momento della diagnosi infausta di meningioma: un tumore rimosso chirurgicamente prima che diventasse maligno. Dopo l'intervento Elliot fu considerato guarito e ritornò alla sua vita di tutti i giorni. «E tuttavia per molti versi Elliot non era più Elliot».¹⁷⁸ Non era più in grado di prendere delle decisioni e di amministrare correttamente il proprio tempo; sul posto di

¹⁷⁷ Damasio A. R., *L'errore di Cartesio*, Adelphi, Milano 1995, p. 37.

¹⁷⁸ Ivi, p. 73.

lavoro, ad esempio, non era più capace di svolgere adeguatamente i compiti che gli venivano assegnati, anche se per anni li aveva svolti con grande meticolosità. «Elliot diveniva irrazionale rispetto al più ampio quadro di comportamento, che riguardava le sue priorità principali, mentre in quadri più ristretti, attinenti a compiti sussidiari, le sue azioni erano molto più minuziose di quanto fosse necessario».¹⁷⁹ In questo caso Damasio ha potuto approfondire le sue indagini diagnostiche anche con il *brain imaging*. Eccone il responso:

L'analisi mediante tomografia computerizzata e mediante risonanza magnetica consentì di capire che erano stati lesi entrambi i lobi frontali-destro e sinistro- e che il danno era molto più grande a destra che a sinistra. [...] [Il] danno era localizzato all'interno del settore orbitario e mediano.¹⁸⁰

Non c'è dubbio che sia Gage che Elliot, in seguito agli incidenti subiti, conobbero una profonda alterazione della loro personalità, che si è riverberata in maniera negativa soprattutto sul comportamento sociale e sulla capacità di prendere decisioni. L'analisi di Elliot, inoltre, aveva fatto emergere un'evidente riduzione della reattività emotiva e del sentimento:

Nel dispiegare le proprie emozioni Elliot era assai più pacato adesso di quanto fosse prima di essere colpito dal tumore. Sembrava accostarsi alla vita sempre sulla stessa nota neutra; mai, in ore di chiacchierate, colsi in lui una sfumatura di emozione: niente tristezza né impazienza o frustrazione, sotto l'incalzare delle mie domande.¹⁸¹

Queste drammatiche vicende hanno dimostrato come un danno cerebrale possa «comportare la fine dell'osservanza di regole etiche e

¹⁷⁹ Ivi, p. 74.

¹⁸⁰ Ivi, p. 77. Anche il cranio di Gage a distanza di oltre cento anni è stato esaminato con il *brain imaging* dall'equipe guidata da Anna Damasio. Questi i risultati in base alle ricostruzioni e alle simulazioni effettuate: «Si può affermare con sicurezza che il danno fu più esteso sul lato sinistro che su quello destro, e nei settori anteriori anziché in quelli posteriori della regione frontale nel suo insieme.[...] In Gage fu sicuramente danneggiata parte di una regione che dalle nostre più recenti osservazioni si rivela critica per il processo di decisione in condizioni normali, cioè la regione prefrontale ventromediana. [...] La Damasio e i suoi colleghi poterono affermare con qualche fondamento che era stato un danno selettivo alle cortecce prefrontali del cervello di Phineas Gage quello che aveva compromesso la sua capacità di comportarsi nel rispetto delle regole sociali a lui note in precedenza, di decidere la linea di condotta capace di risultare alla fine la più vantaggiosa per la sua sopravvivenza, di pianificare il proprio futuro». (Ivi, pp. 68-70)

¹⁸¹ Ivi, p. 85.

convenzioni sociali acquisite in precedenza, anche quando né il linguaggio né l'intelletto sembrano compromessi».¹⁸²

Senza voler esagerare con le analogie, per Damasio le visualizzazioni cerebrali hanno rappresentato quello che per Galilei sono state le osservazioni con il primo rudimentale telescopio: la “prova visiva incontrovertibile” della verità di certe sue affermazioni e delle intuizioni che alcuni predecessori avevano avuto. Nel caso specifico di cui ci stiamo occupando, Damasio vuole dimostrare che un pensiero puro avulso da ogni influenza di emozioni e sentimenti non esiste.¹⁸³ L'errore di Cartesio fu «proprio quello di non comprendere che la razionalità non si dispiega indipendentemente dalla regolazione biologica, e che le nostre convinzioni e le nostre scelte sono condizionate, anche spesso inconsapevolmente, dalla nostra dimensione emotivo-affettiva. [...] Il processo del ragionamento è indissolubilmente legato a quello della decisione, e quest'ultima non ha la sua origine in una ragione alta e disincarnata, cioè avulsa dalla dimensione corporea, senza impacci provenienti da emozioni e passioni, in una parola 'algoritmizzabile'; se così fosse, molte macchine sarebbero superiori all'uomo, perché più precise e più veloci. Una strategia fredda può esistere solo in un soggetto come Elliot, il quale una volta fu addirittura capace di applicare un'analisi del genere per fissare la data di un successivo appuntamento».¹⁸⁴ Ecco le parole con cui Damasio stesso spiega che cos'è un'emozione:

L'emozione è il frutto del combinarsi di un *processo valutativo mentale*, semplice o complesso, con le *risposte disposizionali a tale processo*, per lo più *dirette verso il corpo*, che hanno come risultato uno stato emotivo del

¹⁸² Ivi, p. 40.

¹⁸³ «[L'apparato della razionalità, tradizionalmente ritenuto corticale, non opera senza quello della regolazione biologica, tradizionalmente considerato subcorticale». (Ivi, p. 188)

¹⁸⁴ Rizzuti, A., Verrastro, V., Petruccelli, F., *Le neuroscienze incontrano la psicologia: alcune scoperte scientifiche utili alla ricerca in campo clinico*, in *Neuroscienze ed emozioni*, Idee in Psicoterapia, Volume 5, N. 1-3, 2012, pp. 72-73.

corpo, ma anche *verso il cervello stesso*[...] che hanno come risultato altri cambiamenti mentali.¹⁸⁵

E ancora Damasio sulle emozioni nella più recente pubblicazione *Il sé viene alla mente* (2012):

Le emozioni sono programmi di azione complessi e in larga misura automatici, messi a punto dall'evoluzione. Le azioni sono accompagnate da un programma cognitivo comprendente particolari idee e modalità di cognizione; il mondo delle emozioni, tuttavia, è in buona parte un mondo di azioni che vengono eseguite nel corpo e spaziano dalle espressioni facciali e dalle diverse posture, alle modificazioni che interessano i visceri e il milieu interno.¹⁸⁶

Come ci ricordano Rizzuti et al. in una sintetica revisione del lavoro del neuroscienziato americano, la «prospettiva di Damasio contempla [...] l'ingresso del corpo in tutta la sua interezza, nel processo decisionale, attraverso quel che egli chiama marcatore somatico, il quale imprime il segno, positivo o negativo, che incentiva o inibisce l'assunzione di una determinata decisione, attraverso stati somatici che precedono le stesse rappresentazioni mentali. Sembra che tali marcatori somatici¹⁸⁷ siano per lo più acquisiti, dipendenti in larga parte dall'apprendimento, e attivi nelle cortecce prefrontali da cui [...] dipendono sia i processi decisionali che l'elaborazione delle emozioni in sentimenti.¹⁸⁸ Si tratta di meccanismi 'come

¹⁸⁵ Damasio, A., *L'errore di Cartesio*, p. 202.

¹⁸⁶ Damasio, A., *Il sé viene alla mente*, Adelphi, Milano, 2012, p. 144.

¹⁸⁷ «Nei soggetti normali il marcatore somatico opera alla stregua di un meccanismo di allarme che guida le scelte dell'individuo. Quando infatti ci troviamo di fronte ad una situazione o ad uno stimolo significativi le regioni della corteccia VM vengono attivate. Queste [...] sono sede dei circuiti neuronali nei quali classi di stimoli vengono associate a diversi tipi di reazioni somato-sensoriali sulla base dell'esperienza individuale. La comparsa di uno stimolo che è già stato *categorizzato* determina l'attivazione di una specifica risposta somato-sensoriale, la quale appunto *marca* positivamente o negativamente le rappresentazioni mentali delle conseguenze che si associano alle varie risposte comportamentali che l'individuo può adottare in risposta a quel determinato stimolo. Questo meccanismo, che può seguire tanto una via cosciente quanto subcosciente precede, secondo Damasio, qualunque tipo di analisi costi-benefici, la quale richiede l'intervento di altre regioni corticali e un tempo maggiore per dispiegarsi. [...] Il meccanismo del marcatore somatico, sottolinea Damasio, non delibera certo per noi, dal momento che altre e più complesse valutazioni sono spesso necessarie al fine di prendere una decisione, ma sicuramente ci consente di fronteggiare in maniera ottimale la maggior parte delle situazioni della vita di ogni giorno». (Spampani, F., *Razionalità e comportamento emotivo: una prospettiva*, Paper Dottorato in Scienze Cognitive XIX ciclo, Università degli Studi di Siena, a.a. 2003-2004, p. 13)

¹⁸⁸ Damasio distingue in maniera netta fra emozioni e sentimenti. Nel suo libro più recente, a proposito di questa distinzione, scrive: «I sentimenti delle emozioni [...] sono percezioni composite di quello che accade nel nostro corpo e nella nostra mente quando ha luogo un'emozione. Per quanto riguarda il corpo, più che azioni vere e proprie i sentimenti sono immagini di azioni; il mondo dei sentimenti è un mondo di percezioni eseguite nelle mappe cerebrali. [...] Mentre le emozioni sono azioni accompagnate da idee e da particolari modalità di pensiero, i sentimenti delle emozioni sono perlopiù le percezioni di quello che il nostro corpo fa mentre l'emozione è in corso, unite alla percezione

se', attraverso i quali il corpo viene come raggirato, e ad essere attive sono le zone cerebrali preposte all'interpretazione del segnale che sarebbe potuto provenire dal corpo. Il marcatore somatico, attraverso processi rapidissimi di tipo intuitivo e con passo automatizzato, *“permette di scegliere entro un numero minore di alternative”* (Damasio, 1995, p. 245)». ¹⁸⁹

Ecco perché Damasio conclude dicendo che «non è solo la separazione tra mente e cervello ad essere mitica: probabilmente anche la separazione tra mente e corpo è altrettanto fittizia. La mente è incorporata, nel senso più pieno del termine, non solo intrisa nel cervello». ¹⁹⁰

Quindi la “riscoperta” delle emozioni come stato del cervello e risposta del corpo ha portato ad una riabilitazione del corpo. ¹⁹¹ Un corpo protagonista nel suo complesso: “dal collo in su”, per il ruolo ricoperto dalle strutture corticali e sottocorticali nello sviluppo affettivo e relazionale dell'individuo; ma anche “dal collo in giù”, per il coinvolgimento delle strutture del tronco encefalico che, come illustrato dalla Teoria Polivagale di Porges ¹⁹², regolano le connessioni fra centri cerebrali superiori e organi viscerali (ad esempio, il cuore):

del nostro stato mentale in quel medesimo lasso di tempo. [...] La tristezza rallenta il pensiero e può portare a indugiare nella situazione che l'ha causata; la gioia, per contro, può accelerare il pensiero e ridurre l'attenzione prestata a eventi non rilevanti. L'insieme di tutte queste risposte costituisce uno “stato emozionale”, che si dispiega nel tempo, in modo abbastanza rapido, per poi diradarsi finché nella mente non sono introdotti nuovi stimoli in grado di causare emozioni, dando così inizio a un'altra reazione a catena. I sentimenti delle emozioni costituiscono il passaggio ulteriore che segue a ruota l'emozione e sono il suo risultato ultimo, legittimo e consequenziale, del suo processo: in altre parole, la percezione composita di tutto quello che è accaduto durante l'emozione, ovvero le azioni, le idee, lo stile che caratterizza il flusso di queste ultime». (Damasio, A., *Il sé viene alla mente*, pp. 144-145-146)

¹⁸⁹ Rizzuti, A., Verrastro, V., Petrucci, F., *Le neuroscienze incontrano la psicologia: alcune scoperte scientifiche utili alla ricerca in campo clinico*, in *Neuroscienze ed emozioni*, Idee in Psicoterapia, Volume 5, N. 1-3, 2012, p. 73.

¹⁹⁰ Damasio, *L'errore di Cartesio*, p. 308.

¹⁹¹ «Le cognizioni non sono l'unica via per gli affetti emotivi. Le dinamiche corporee emotive sono più intimamente intrecciate con gli affetti di base del cervello. [...] Noi possiamo lavorare più direttamente con i sentimenti emotivi, attraverso le dinamiche del corpo piuttosto che con gli input cognitivi». (Panksepp, J., *I sistemi emotivi del cervello e le qualità della Vita Mentale. Dai modelli affettivi animali alle implicazioni per le psicoterapie*, in *Attraversare le emozioni*, a cura di Fosha, D., Siegel, D. J., Solomon, M. F., Mimesis Edizioni, Milano, 2011, pp. 40-41)

¹⁹² «La Teoria Polivagale è un tentativo di riorganizzare la nostra concettualizzazione del sistema nervoso autonomo ponendo l'attenzione ai circuiti neurali coinvolti nella regolazione degli organi viscerali con funzioni adattive, incluse le funzioni nel dominio degli affetti, delle emozioni e dei comportamenti diretti a uno scopo. [...] In questo modello teorico sono impliciti quattro aspetti di rilievo, che hanno effetti direttamente sullo sviluppo di ipotesi testabili: (1) il ruolo di specifiche strutture cerebrali e circuiti neurali nella regolazione dello stato autonomo; (2) l'auspicabilità dello sviluppo di metodi capaci di distinguere e tracciare la risposta dinamica vagale verso gli organi-bersaglio attraverso il vago mielinizzato che origina nel nucleo ambiguo, e il vago non mielinizzato che origina nei nuclei motori dorsali; (3) il ruolo

Tutti gli stati affettivi o emotivi dipendono dalla regolazione del tronco encefalico sullo stato viscerale e dagli importanti segnali, viscerale, tattile e nocicettivo, che viaggiano dalla periferia al cervello. Vi sono, inoltre, differenti stati di regolazione viscerale che promuovono diversi domini comportamentali.¹⁹³

Emozioni-cognizioni

C'è una vasta letteratura scientifica dalle solide basi empiriche che già da tempo percorre strade epistemologiche che hanno nell'integrazione, o *consilience*¹⁹⁴, l'approccio teorico e sperimentale privilegiato. Un paradigma nato dalla constatazione che certi consunti dualismi sono stati soppiantati da una ricerca che si muove nella consapevolezza dell'esistenza di un sistema interconnesso mente-cervello-corpo. Vengono, perciò, ideati e realizzati lavori scientifici che mirano alla comprensione delle dinamiche funzionali interne a questo sistema.

Un esempio di questi studi sono quelli effettuati per dimostrare la stretta connessione fra emozioni e cognizioni, che prendono spunto dalle prime ricerche di Damasio e che negli ultimi tempi si sono arricchiti dei contributi provenienti dalla *neuroeconomia*, un campo di ricerca nascente il cui scopo è quello di «spiegare le modalità di funzionamento del cervello umano in tutte quelle situazioni che richiedono una decisione economica».¹⁹⁵ Ma cosa centra una disciplina “fredda e razionale” come

di afferenti viscerali e di rilevatori di caratteristiche sensoriali in relazione al cambiamento che avviene lungo i circuiti neurali che regolano lo stato autonomo; (4) la relazione tra la regolazione degli organi viscerali e la regolazione dei muscoli striati del viso e del capo coinvolti nei comportamenti di coinvolgimento sociale, inclusi il riconoscimento degli affetti e l'espressione emozionale. La Teoria Polivagale suggerisce che stati affettivi ed emozionali dipendano dalla regolazione cerebrale inferiore dello stato viscerale e dagli importanti indici viscerale, tattile e nocicettivo che viaggiano tra cervello e periferia. Attraverso le lenti della Teoria Polivagale, gli stati corporei promuovono differenti domini di comportamento. [...] Coinvolgimento sociale [...]. Mobilitazione – attacco/fuga [...]. Gioco e preliminari [...]. Immobilizzazione – minacce di morte [...]. Immobilizzazione senza paura [...].» (Porges, S. W., *Reciproche Influenze Tra Corpo e Cervello nella Percezione ed Espressione degli Affetti: Una Prospettiva Polivagale*, in *Attraversare le emozioni*, a cura di Fosha, D., Siegel, D. J., Solomon, M. F., Mimesis Edizioni, Milano, 2011, pp. 82-83)

¹⁹³ Ivi, p. 55.

¹⁹⁴ «Si usa il termine *consilience* [in italiano, ricerca di “armoniose coincidenze”] per riferirsi alla ricerca di principi comuni alle diverse discipline». (Siegel, D., *L'emozione come integrazione. Una possibile risposta alla domanda, cosa è l'emozione?*, in *Attraversare le emozioni*, a cura di Fosha, D., Siegel, D. J., Solomon, M. F., Mimesis Edizioni, Milano, 2011, p. 220)

¹⁹⁵ Schmidt, C., *Neuroeconomia*, Codice edizioni, Torino, 2013, p. 331.

l'economia con le emozioni, tradizionalmente considerate "calde e irrazionali"? Fra economia e processi emotivo-affettivi c'è una stretta connessione, in quanto i processi decisionali¹⁹⁶ sono il risultato di «un meccanismo complesso che collega il piano cognitivo e quello emotivo».¹⁹⁷

Damasio e i suoi collaboratori, studiando il ruolo della corteccia prefrontale ventromediale e l'amigdala sono giunti addirittura ad ipotizzare un ribaltamento della relazione tra cognizione ed emozione. Non sono i processi cognitivi a controllare e valutare i processi emotivi, bensì sono le emozioni a guidare l'apprendimento cognitivo e le scelte che l'individuo compie quotidianamente. Questi risultati emergono in particolar modo dagli studi effettuati su soggetti sottoposti agli scenari dello *Iowa Gambling Test* (IGT)¹⁹⁸:

Dal momento che una scelta implica una responsabilità individuale, la valutazione delle opzioni che guidano la scelta ponderata rimanda necessariamente alle emozioni personali associate ad ogni opzione. Queste emozioni nascono nella memoria affettiva dei soggetti (esperienze pregresse) e sono proiettate nel futuro per illuminare la loro decisione. Si conosce ancora poco questo complesso meccanismo che coinvolge le facoltà

¹⁹⁶ «Nel processo decisionale l'attività cerebrale interessa principalmente i neuroni della corteccia frontale, associati alle operazioni che rientrano sotto il controllo cosciente, ma prima che la decisione sia assunta e attuata si attivano anche dei meccanismi che esulano dal controllo cosciente del decisore e afferiscono a sistemi neurali diversi, localizzati per lo più in altre zone cerebrali (nel lobo parietale, occipitale e in particolare nella regione limbica). Per analizzarli non è necessario il riferimento a un obiettivo. L'aver capito che questi meccanismi sono indispensabili all'assunzione di una decisione ponderata costituisce una delle maggiori scoperte degli ultimi anni. In altre parole, secondo gli economisti la decisione razionale, per essere assunta consapevolmente dal decisore, attiva dei circuiti neurali che sfuggono al suo controllo cosciente. Questa scoperta cambia la prospettiva che gli economisti tradizionalmente adottano nello studio del processo decisionale». (Ivi, p. 13)

¹⁹⁷ Ivi, p. 6.

¹⁹⁸ L'Iowa Gambling Task (IGT) è un test psicologico basato sul gioco d'azzardo (dall'inglese *gambling*), utilizzato per osservare i meccanismi decisionali della mente umana nella vita reale. Ideato da Antoine Bechara, António Damásio, Daniel Tranel e Steven Anderson, allora ricercatori all'Università dell'Iowa, è stato utilizzato in diversi esperimenti mirati ad analizzare la capacità di scelta carente in pazienti con lesioni prefrontali ventromediali e della corteccia orbitofrontale. Poiché è stato dimostrato che lesioni in queste aree comportano l'incapacità di rievocare le emozioni relative a eventi passati, ci si aspetta che i pazienti affetti siano incapaci di trarre profitto dalle esperienze precedenti, effettuando le proprie scelte in modo del tutto casuale. Ai soggetti vengono presentati quattro mazzi di carte da gioco, due "buoni" e due "cattivi". Ogni mazzo contiene carte che comportano sia una vincita che una perdita. Nei mazzi "buoni" la vincita è bassa, ma la perdita è minore (ad esempio vincita 50 \$ - perdita 25 \$); nei mazzi "cattivi" sebbene le vincite possibili siano alte, le perdite sono ancora maggiori (vincita 100 \$ - perdita 125 \$). Inizialmente ai partecipanti viene data una somma di denaro e ricevono l'istruzione di massimizzare la vincita. Dopo alcune mani, i soggetti sani evidenziano l'abilità di effettuare la scelta meno rischiosa e che comporta più vincite a lungo termine, tendono cioè a pescare carte dai mazzi "buoni". Al contrario i soggetti con lesioni, non mostrano questo pattern, continuando a pescare indifferentemente da entrambi i mazzi. Il loro deficit neurologico inficia la capacità di apprendere dagli errori passati e influisce sul loro comportamento nel gioco. Per questo motivo i soggetti con lesioni alla corteccia prefrontale ventromediana, seppur dotati di capacità cognitive e intellettive nella norma, hanno grandi difficoltà a prendere decisioni in situazioni di vita reale. (http://it.wikipedia.org/wiki/iowa_gambling_task)

cognitive ed emotive degli individui, ma il solo fatto di prendere atto della sua esistenza è sufficiente a spiegare i risultati ottenuti negli esperimenti con le diverse varianti dell'Iowa Gambling Task. Un soggetto che, per un motivo o per l'altro, vede diminuire le proprie capacità emozionali, ma mantiene intatto il proprio razionalità, è perfettamente in grado di individuare l'opzione logica migliore, pur non riuscendo ad associarla al meccanismo emozionale necessario a trasformarla in una scelta razionale personalizzata. A questo punto sarebbe il coinvolgimento personale insito in una scelta l'elemento che consente di distinguere questa operazione dal semplice calcolo logico che la guida. Una tale differenza si manifesterebbe all'inizio del processo mentale di colui che sceglie. Per essere scelta, l'opzione individuata non solo deve essere la "migliore" in termini di guadagno monetario astrattamente definito, ma anche quella che procura maggior piacere al soggetto. La coincidenza di queste due componenti si riscontra nei soggetti sani, con alcune variazioni che la letteratura psicologica ha considerato dei bias; mentre risulta alterata nei pazienti affetti da deficit emozionale, nei quali la dimensione cognitiva è disgiunta dalle emozioni, e si spiega così la loro incapacità di proiettare nel futuro l'associazione immediata tra guadagni monetari e piacere.¹⁹⁹

Ai soggetti sottoposti al test si registravano anche le risposte automatiche, precisamente la conduttanza cutanea, per valutare eventuali differenze sul piano somato-sensoriale. I dati fecero emergere che dopo la scelta non sussistevano differenze sostanziali fra i soggetti normali e quelli con lesioni alla corteccia prefrontale ventromediale; differenze che diventavano significative, invece, in fase anticipatoria, quando l'attività cutanea era presente solo nei soggetti normali. Era la dimostrazione che i processi decisionali nei soggetti con lesioni alla corteccia prefrontale ventromediale avvenivano senza il coinvolgimento del marcatore somatico. In assenza di questo meccanismo, il soggetto compie delle scelte fra le diverse opzioni presenti in maniera emotivamente equivalente; questa condizione può indurre nel soggetto un blocco del processo decisionale o scelte svantaggiose per lui stesso.

Partendo da questi risultati, Immordino-Yang e Damasio, in un lavoro del 2007, hanno rappresentato graficamente le relazioni neurologiche

¹⁹⁹ Schmidt, *Neuroeconomia*, pp. 92-93.

esistenti tra emozioni e cognizioni. Nel loro modello hanno raffigurato due ellissi (rispettivamente emozioni e cognizioni) che si intersecano formando una larghissima area di sovrapposizione, che i due studiosi hanno chiamato “*emotional thought*” e che comprende processi di apprendimento, memoria, creatività e presa di decisione in contesti sociali e non sociali. Questo modello esemplifica al meglio le strette connessioni che sussistono tra corpo, emozioni e cognizioni (Fig. 17).²⁰⁰

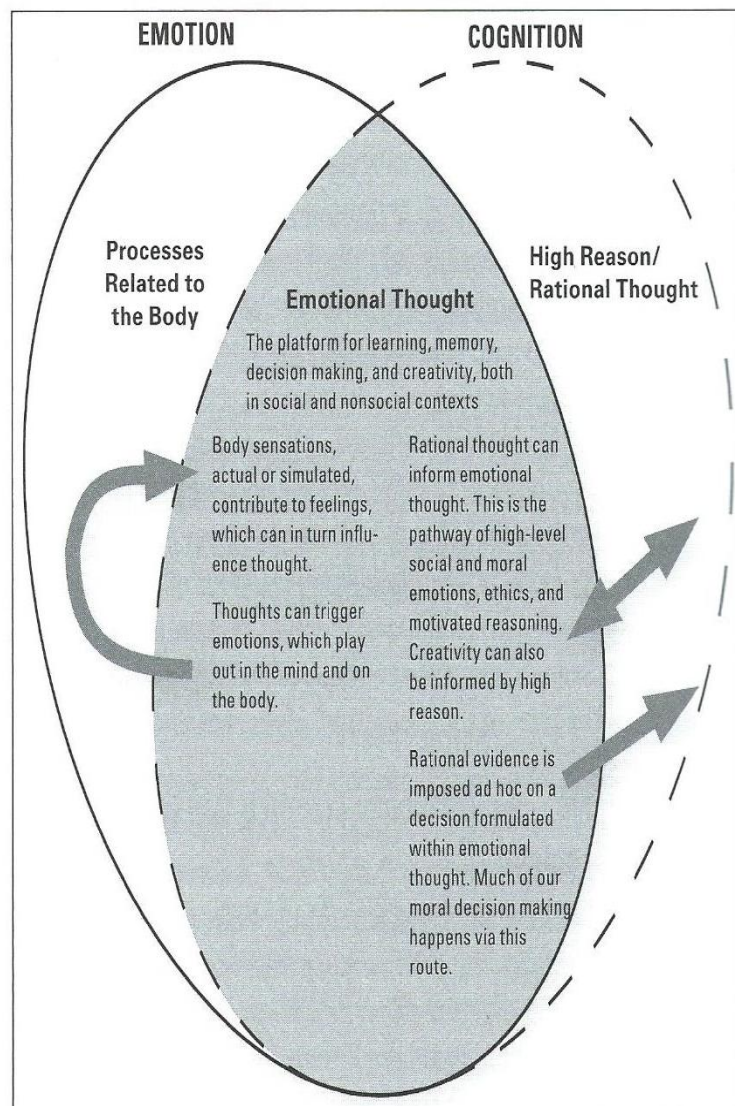


Fig. 17. Il modello Immordino-Yang & Damasio sulle relazioni fra emozioni e cognizioni (2007).

²⁰⁰ Immordino-Yang, M. H., and Damasio, A., *We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education*, Mind, Brain, and Education, Volume 1, Number 1, p. 8.

Emozioni ed intersoggettività

Le emozioni sono anche uno straordinario strumento di interconnessione fra due o più persone; «sono il modo in cui noi balliamo insieme e il fare ciò è al centro dell'avventura umana».²⁰¹ E questa danza oltre che dipendere da competenze mentalistico-linguistiche²⁰², si fonda essenzialmente e primariamente sulla natura relazionale dell'azione, che Vittorio Gallese definisce “*simulazione incarnata*”:

dati neuroscientifici suggeriscono che la nostra capacità di comprendere le azioni altrui, le intenzioni motorie che le hanno generate, le emozioni e le sensazioni provate dai nostri simili non si basa esclusivamente su strategie cognitive che prevedono l'applicazione di sofisticati processi logico-deduttivi, ma è fondata anche, se non soprattutto, su meccanismi di simulazione incarnata di cui i diversi meccanismi di rispecchiamento istanzati dai neuroni specchio costituiscono una base neurale [...]. Queste evidenze suggeriscono che la nostra capacità di entrare nel mondo delle esperienze altrui, attribuendo un senso condiviso a quelle stesse esperienze, che nondimeno sono attribuite all'altro, è il risultato dell'attivazione di meccanismi nervosi di simulazione incarnata. Sostengo da anni che è solo grazie a questi meccanismi condivisi che ci è permesso di comprendere le esperienze altrui direttamente e «dall'interno». Secondo questa prospettiva, l'intersoggettività, alla sua base, è prima di tutto intercorporeità [...]. Intercorporeità che consente di mappare la relazione di identità con gli altri preservandone l'alterità. La risonanza interindividuale, descrivibile in termini funzionali come simulazione incarnata, costituisce, quindi, una dimensione consustanziale del nostro essere umani. Tale dimensione, come sottolineato ripetutamente da Morelli, diviene cruciale anche per interpretare l'arte, la creatività e la dimensione estetica dell'esistenza umana.²⁰³

Ci sono molte evidenze scientifiche che hanno fatto emergere meccanismi di rispecchiamento simili a quello dei neuroni specchio anche oltre l'ambito percettivo-motorio:

²⁰¹ Trevarthen, C., *Le Funzioni delle emozioni nell'Infanzia. La Regolazione e Comunicazione del ritmo, l'Empatia reciproca ed il Significato nello Sviluppo Umano*, in *Attraversare le emozioni*, a cura di Fosha, D., Siegel, D. J., Solomon, M. F., Mimesis Edizioni, Milano, 2011, p. 125.

²⁰² «Le neuroscienze dimostrano [...] in modo sempre più evidente come l'intelligenza sociale della nostra specie non sia solo ed esclusivamente «meta-cognizione sociale», cioè capacità di pensare esplicitamente i contenuti della mente altrui per mezzo di rappresentazioni in formato preposizionale, ma sia in larga parte frutto di un accesso diretto al mondo dell'altro. Questo accesso diretto è garantito dal corpo vivo e dai meccanismi nervosi condivisi, di cui i neuroni specchio sono un esempio, che ne sottendono il funzionamento». (Gallese, V., *Corpo e azione nell'esperienza estetica. Una prospettiva neuroscientifica*. Postfazione a U. Morelli, *Mente e bellezza. Mente relazionale, arte, creatività e innovazione*, Umberto Allemandi & C. editore, Torino, 2010, p. 251)

²⁰³ Ivi, p. 249.

anche le emozioni e le sensazioni sembrano essere mappate secondo gli stessi meccanismi di risonanza già indicati per il dominio dell'azione.

Infatti, altri meccanismi di rispecchiamento sembrano essere coinvolti con la nostra capacità di condividere emozioni e sensazioni con gli altri (Gallese, 2001, 2003, 2006; de Vignemont e Singer, 2006; Sommerville e Decety, 2006). Quando si percepiscono gli altri esprimere emozioni mediante la mimica facciale, i muscoli del viso degli osservatori si attivano in modo congruente, con un'intensità proporzionale alla loro natura empatica. Sia l'osservazione che l'imitazione dell'espressione facciale delle emozioni attivano lo stesso ristretto gruppo di strutture cerebrali, compresa la corteccia premotoria ventrale, l'insula e l'amigdala.

[...] [I]n uno studio di fMRI è stato espressamente indagata la questione di come l'esperienza Io-Tu di una particolare emozione venga mappata nel cervello umano. A tal fine, è stata studiata l'attività cerebrale dei partecipanti sani durante l'esperienza fenomenica del disgusto, facendogli inalare odori disgustosi. I cervelli degli stessi partecipanti sono stati inoltre studiati mentre osservavano video clips di altri individui che esprimevano disgusto in modo dinamico con le loro espressioni facciali. I risultati hanno mostrato che assistere all'espressione facciale del disgusto di altri attiva l'insula anteriore sinistra nella stessa posizione attivata dall'esperienza soggettiva del disgusto (Wicker et al., 2003). [...]

Quando assistiamo ad una determinata espressione facciale, e recepiamo tale espressione come caratterizzata da un particolare stato emotivo, non giungiamo a questo tipo di comprensione attraverso un'esplicita inferenza per analogia. L'emozione degli altri è in primo luogo costituita e direttamente compresa per mezzo della simulazione incarnata che produce un'esperienza "come-se" generata da uno stato del corpo condiviso. È lo stato del corpo condiviso dall'osservatore e dall'osservato a consentire la comprensione diretta. [...]

Questi risultati indicano complessivamente che gli stessi circuiti neurali alla base delle nostre azioni, intenzioni, emozioni e sensazioni sostengono pure la nostra capacità di riconoscere ed identificare le azioni, le intenzioni, emozioni e sensazioni degli altri. Studi recenti indicano che questi meccanismi potrebbero essere carenti o malfunzionanti negli individui affetti dal Disturbo dello Spettro Autistico (vedi Gallese, 2006; Oberman e Ramachandran, 2007).²⁰⁴

Naturalmente non bastano i meccanismi di "risonanza interpersonale incarnata" a dar ragione delle complesse interazioni sociali che avvengono quotidianamente nel teatro dell'esistenza umana; altrettanto importante sono le competenze di "lettura della mente", legate alla storia personale dell'individuo e fatte di memorie cognitive ed affettive e di strategie attuate

²⁰⁴ Gallese, V., *Le due facce della mimesi. La Teoria Mimetica di Girard, la simulazione incarnata e l'identificazione Sociale*, Psicobiettivo, anno XXIX n. 2, 2009, pp. 8-9.

nelle esperienze relazionali pregresse. La comprensione delle basi neurofisiologiche dell'intersoggettività, però, oltre che utile sul piano epistemologico, si rivelano indispensabili per prevenire e curare particolari forme di disturbo cognitivo-emotivo.

Questi dati scientifici hanno fatto sorgere una domanda negli studiosi che si occupano di intersoggettività: ma allora i neuroni specchio sono i correlati neurali dell'empatia? Rappresentano la base biologica della socialità? Vista la vastità dell'argomento, mi soffermerò solo su alcuni aspetti funzionali al nostro lavoro, soprattutto quelli inerenti le *neuroscienze sociali* e in particolar modo sulle relazioni fra empatia ed autismo.

Empatia e Autismo

Rimandando altrove per un approfondimento sulla storia dell'empatia²⁰⁵, che annovera fra i suoi principali protagonisti filosofi come David Hume, Adam Smith, Edith Stein e Max Scheler e più recentemente psicologi come Martin Hoffman, Carl Rogers, Lauren Wispè e Stephen Darwall, in questa sede mi soffermerò sulle recenti indagini neuroscientifiche effettuate su questo tema e le sue correlazioni con l'autismo.

Partiamo dalla definizione di empatia contenuta nel libro *La scienza del male*, pubblicato nel 2012 dal neuroscienziato Simon Baron Cohen, uno dei maggiori esperti internazionali di autismo:

l'empatia è la nostra capacità di identificare ciò che qualcun altro sta pensando o provando, e di rispondere a quei pensieri e sentimenti con un'emozione corrispondente.²⁰⁶

E ancora:

L'empatia dà valore ai sentimenti dell'altra persona, permettendole di sentire che i suoi pensieri e sentimenti sono stati ascoltati, riconosciuti e rispettati. L'empatia permette di farsi amici cari e di prendersi cura

²⁰⁵ Pinotti, A., *Empatia. Storia di un'idea da Platone al postumano*, Editori Laterza, Roma-Bari, 2011.

²⁰⁶ Baron-Cohen, S., *La scienza del male. L'empatia e le origini della crudeltà*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012, p. 14.

dell'amicizia. L'empatia evita il rischio di fraintendimenti e di problemi di comunicazione, consentendo di capire che cosa potrebbe intendere l'altra persona. Ci permette di evitare di offendere, anticipando come saranno vissute le cose da una mente che non è la propria.²⁰⁷

Generalmente, le definizioni di empatia fanno emergere come essa sia il risultato dell'azione sia di una componente "cognitiva" (il riconoscimento dello stato mentale di un'altra persona, la cosiddetta "teoria della mente") e sia di una componente "affettiva" (la reazione emotiva allo stato mentale di un'altra persona).

Dati neuroscientifici molto attendibili hanno tracciato una mappa delle aree cerebrali coinvolte nel circuito dell'empatia. Una delle regioni più importanti di questo circuito è stata individuata nella corteccia mediale prefrontale (*medial prefrontal cortex*, MPFC), «che si può pensare come un "hub" per l'elaborazione dell'informazione sociale ed è importante per confrontare il proprio punto di vista con quello di qualcun altro».²⁰⁸ Altre aree coinvolte sono la corteccia orbitofrontale, l'opercolo frontale, il giro frontale inferiore, la corteccia cingolata anteriore e l'insula anteriore, la giunzione temporoparietale, il solco temporale superiore, la corteccia somatosensoriale, il lobulo parietale inferiore e l'amigdala.²⁰⁹ (Fig. 18)

Sono stati scoperti anche diversi geni che intervengono nella codificazione di proteine che influiscono sui processi metabolici di base (ad esempio, disfunzioni a livello di neurotrasmettitori come serotonina, dopamina, noradrenalina e adrenalina), considerati i "responsabili biologici" di comportamenti come l'aggressività (gene della MAO, chiamato anche "gene guerriero"), della capacità di riconoscimento delle emozioni (gene per il trasporto della serotonina SLC6A4, gene del recettore della vasopressina AVPR1A, gene 1 del recettore cannabinoide CNR1) e

²⁰⁷ Ivi, pp. 15-16.

²⁰⁸ Ivi, p. 25.

²⁰⁹ Ivi, pp. 27-36.

dell'empatia (CYP11B1, gene responsabile degli ormoni sessuali steroidei; WFS1, gene collegato al gruppo del comportamento socioemozionale; NTRK1 e GABRB3, gene collegato col gruppo della crescita neurale).

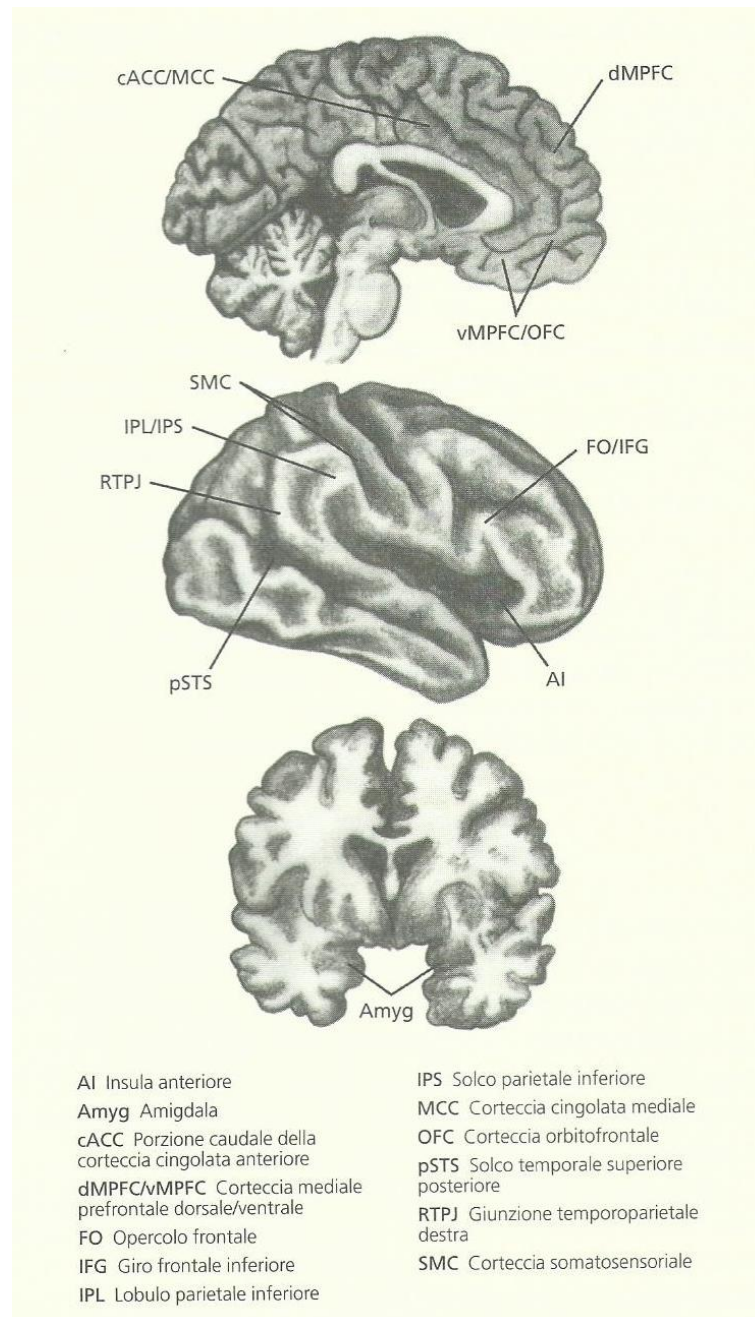


Fig. 18. Le aree cerebrali coinvolte nel circuito dell'empatia secondo la ricostruzione di Mike Lombardo.

Anche la ricerca biologia sta contribuendo non poco a chiarire il “mistero” dell'autismo: recenti studi, infatti, hanno fatto emergere una significativa correlazione fra disturbi del circuito dell'*ossitocina* e

dell'*arginina vasopressina* e soggetti autistici²¹⁰; come anche importanti sono le ricerche che hanno sottolineato il ruolo della microglia nella mancata o irregolare azione di *pruning*, che spiegherebbe la macrocefalia e l'eccesso di connessioni che si sviluppa nei soggetti autistici verso i tre o quattro anni di vita.²¹¹

Ma se l'empatia è la capacità di "risuonare emotivamente" con gli altri, «una risposta affettiva più consona alla situazione di un altro che non alla propria»²¹², un legame cervello-cervello in cui si condividono contemporaneamente le emozioni e i pensieri intimi dell'altro, allora un alterato funzionamento dei circuiti neurali che la sovrintendono e una conseguente scarsa "sensibilità empatica" devono essere necessariamente correlati a un disturbo neuropsicologico come la *Sindrome dello spettro autistico* (*Autism Spectrum Disorder, ASD*), che si caratterizza proprio per la compromissione qualitativa dell'interazione sociale e della comunicazione. Ma che cos'è l'autismo?

Il termine "*autismo*" è stato coniato nel 1911 dallo psichiatra svizzero Eugene Bleuler, che pensava fosse un sintomo secondario della schizofrenia. I due studiosi che si possono considerare i pionieri dell'autismo infantile sono lo psichiatra austriaco naturalizzato statunitense Leo Kanner (1896-

²¹⁰ «L'ossitocina e l'arginina vasopressina sono rilasciate naturalmente dall'ipotalamo e diffuse pressoché in tutte le altre aree sottocorticali, come quelle coinvolte nella ricompensa (compreso in nucleus accumbens), nella regolazione del comportamento sessuale (il setto) e nella regolazione della cura genitoriale. L'ossitocina è più abbondante nelle femmine che nei maschi. [...] Viene rilasciata dopo interazioni sociali positive, ed è stato dimostrato che inibisce i comportamenti difensivi, come il combattere, il fuggire e l'immobilizzarsi. Sembra fare tutto ciò interagendo con l'asse ipotalamico-ipofisario-surrenale per inibire l'attività dell'amigdala, un'antica struttura evolutiva le cui varie funzioni includono la regolazione delle risposte alla paura. Il rilascio di ossitocina tende inoltre a ridurre (attenuare) le risposte automatiche attacca-e-fuggi nel tronco encefalico, e in generale riduce la reattività del sistema nervoso ai fattori stressanti. Significativamente, il suo effetto è contesto-dipendente. L'ossitocina somministrata ai ratti maschi aumenta l'aggressività nei confronti di un intruso, ma riduce l'aggressività verso i piccoli». (Churchland, P. S., *Neurobiologia della morale*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012, pp. 64 e 67-68).

²¹¹ «I giardinieri sanno che alcuni alberi hanno bisogno di una potatura regolare: alcuni rami devono essere tagliati in modo che altri crescano più forti. Lo stesso vale per il cervello durante lo sviluppo: le cellule della microglia eliminano le connessioni tra neuroni, definendo i collegamenti del cervello». (EMBL, *Giardinaggio nel cervello*, Comunicato stampa, Monterotondo, http://www.embl.it/aboutus/communication_outreach/media_relations/2011/110721_Monterotondo/PR21july11_it.pdf, 21 luglio 2011)

²¹² Hoffman, M. L., *Empatia e sviluppo morale*, Il Mulino, Bologna, 2008, p. 24.

1981) e il pediatra viennese Hans Asperger (1906-1980) che, rispettivamente nel 1943 e nel 1944, pubblicarono per primi alcuni studi su questo disturbo. Entrambi gli autori hanno sottolineato gli aspetti della comunicazione e le difficoltà nell'adattamento sociale dei bambini autistici, dando grande importanza alle stereotipie dei movimenti. Un altro autore che ha provato a far luce sull'autismo è stato lo psicanalista Bruno Bettelheim (1903-1990), secondo il quale l'autismo era soprattutto la conseguenza di un disarmonico rapporto madre-bambino: l'ipotesi della cosiddetta "madre frigorifero". Tale teoria si basava sulla convinzione che una madre fredda e distaccata dal punto di vista emotivo nei confronti del proprio bambino, fosse la causa principale della "formazione" di un figlio autistico. Questa concezione diffusasi in America e in Europa negli anni '70 e '80 del Novecento, contribuì ingiustificatamente a diffondere un senso di "colpevolezza" fra le mamme dei bambini autistici.

L'autismo è un disturbo pervasivo dello sviluppo neuropsicologico che interessa all'incirca 1 bambino su 1000. Un dato che negli ultimi anni sta però progressivamente aumentando e molti si sono chiesti se questo aumento sia reale (conseguente all'influenza di fattori ambientali), o dovuto solo all'utilizzo di migliori strumenti diagnostici. Secondo le *Linee guida per l'autismo* emanate nel 2012 dall'Istituto Superiore di Sanità:

L'autismo è una sindrome comportamentale causata da un disordine dello sviluppo, biologicamente determinato, con esordio nei primi 3 anni di vita. Le aree prevalentemente interessate da uno sviluppo alterato sono quelle relative alla comunicazione sociale, alla interazione sociale reciproca e al gioco funzionale e simbolico. In termini più semplici e descrittivi, i bambini con autismo:

- hanno compromissioni qualitative del linguaggio anche molto gravi fino a una totale assenza dello stesso;
- manifestano incapacità o importanti difficoltà a sviluppare una reciprocità emotiva, sia con gli adulti sia con i coetanei, che si evidenzia attraverso comportamenti, atteggiamenti e modalità comunicative anche non verbali non adeguate all'età, al contesto o allo sviluppo mentale raggiunto;

- presentano interessi ristretti e comportamenti stereotipi e ripetitivi.²¹³

Il campo di ricerca sull'autismo rappresenta in modo emblematico quanto gli studi neurobiologici e l'utilizzo del *brain imaging* abbiano trasformato, direi rivoluzionato, le conoscenze su questo disturbo, contribuendo in modo considerevole alla messa a punto di nuovi strumenti diagnostici e terapeutici. Questo cambiamento d'orizzonte ha inevitabilmente modificato anche l'approccio educativo nei confronti dei soggetti autistici.

Per spiegare l'autismo attualmente esistono tre principali teorie cognitive:

1. *deficit nell'acquisizione della teoria della mente*: secondo questa teoria avanzata da Alan Leslie, Simon Baron-Cohen e Uta Frith, l'autismo è la conseguenza di un cattivo funzionamento del modulo cognitivo che consente agli individui di leggere la realtà "mentalizzando". In pratica gli autistici non presentano la capacità di "leggere la mente", non sono in grado di fare previsioni sulle reazioni comportamentali di altri individui e di spiegare come e perché vengono programmate ed eseguite certe azioni. Questo causa loro grosse difficoltà relazionali, i cui prodromi sono identificati nel primo anno di vita dall'assenza dell'indicazione protodichiarativa²¹⁴ e dell'attenzione condivisa²¹⁵, per poi evidenziarsi verso la fine del terzo anno di vita in una difficoltà nel gioco di finzione e immedesimazione e nell'incapacità di attribuire credenze agli altri individui;

²¹³ *Il trattamento dei disturbi dello spettro autistico nei bambini e negli adolescenti*, Linee guida 21, ISS, 2011, p. 12.

²¹⁴ Capacità di indicare per mostrare interesse verso qualcosa.

²¹⁵ Capacità di condividere con altri l'attenzione verso qualcosa (ad esempio, portare un oggetto a qualcuno per mostrarglielo).

2. *deficit delle funzioni esecutive*: secondo questa teoria le persone con disturbo autistico mostrano un danno a livello del meccanismo d'equilibrio fra automatismi e flessibilità, con il prevalere dei primi a scapito della seconda. I danni riportati a livello delle funzioni esecutive sono la causa della tipica rigidità comportamentale, dei comportamenti ritualistici e degli interessi ristretti, che si riscontra nei soggetti autistici;
3. *deficit della "coerenza centrale"*: secondo Uta Frith che l'ha proposta, i bambini autistici perdono la capacità di focalizzare l'attenzione sulla «configurazione globale di uno stimolo, un evento, una situazione; prediligendo, al contrario, un focus attentivo rivolto ai dettagli, ai particolari, che blocca la possibilità di procedere per generalizzazioni ed errori. [...] La tendenza alla coerenza centrale non sarebbe altro che la propensione che riscontriamo abitualmente, in noi stessi e negli altri, a integrare le parti in un tutto coerente. Tale tendenza si troverebbe compromessa nell'autismo».²¹⁶

Esiste un quarto approccio teorico: quello indicato da Baron-Cohen con il nome di *teoria dell'empatizzazione-sistematizzazione* (teoria ES). Secondo i suoi assunti, i soggetti autistici, affianco ad una riconosciuta ridotta capacità di empatizzazione, possiedono anche dei punti di forza che in alcuni casi (ad esempio, i soggetti cosiddetti Asperger), risultano rilevanti. Questa caratteristica comportamentale che risulta potenziata nei soggetti autistici è la sistematizzazione, cioè «la capacità di analizzare i cambiamenti di struttura, per capire come funzionano le cose»²¹⁷, che può essere studiata sulla base di un questionario (il Quoziente di Sistematizzazione, QS). Ecco la

²¹⁶ Cirino, C. M., *Disturbi dello spettro autistico tra filosofia della medicina e delle neuroscienze*, Rivista Italiana di Filosofia Analitica Junior, 3:1, 2012, p. 45.

²¹⁷ Baron-Cohen, S., *La scienza del male*, p. 89.

descrizione che Baron-Cohen fa di un soggetto Asperger con questi tratti comportamentali:

[...] Daniel Tammet ha la sindrome di Asperger e come Michael e Kevin è cresciuto con la paura del parco giochi della scuola, perché non aveva idea di come prendere parte ai giochi a cui gli altri bambini partecipavano, tutti insieme, senza sforzo. Alcuni lo paragonano al personaggio interpretato da Dustin Hoffman nel film *Rain Man*. L'uomo della pioggia (basato peraltro su una persona autistica reale, Kim Peak). Questo perché Daniel non solo ha una notevole attenzione ai dettagli, ma anche una memoria apparentemente infinita per essi. In particolare, si è allenato a memorizzare il numero π (del quale voi e io ci accontentiamo di sapere le prime quattro cifre decimali: 3,1415) fino a 22.514 decimali, guadagnandosi il titolo di campione europeo di questa specialità mnemonica. Daniel sistematizza i numeri a un livello straordinario ed è in grado di moltiplicare due numeri di sei cifre alla velocità di un computer. Eppure mi ha raccontato che all'età di quattordici anni non aveva ancora capito che bisogna guardare le persone quando ti parlano, e non aveva amici.²¹⁸

La scoperta di questa amplificata capacità di sistematizzazione ha offerto agli studiosi dell'autismo un inaspettato strumento rieducativo. Se i soggetti autistici conservano pressoché intatta questa abilità, allora si può pensare di utilizzarla per promuovere ciò che a loro manca, cioè l'empatia. È nata così la *Lego® Therapy*²¹⁹, con la quale i soggetti autistici sono stati incoraggiati a lavorare in gruppi da 3 sull'assemblaggio di modellini Lego®. In pratica la grande motivazione per questo tipo di gioco è stata utilizzata come leva per favorire l'interazione sociale. Lo stesso meccanismo di base è stato mobilitato con *Mind Reading DVD*, un software educativo ideato per tutte le età e messo a punto per migliorare il riconoscimento di emozioni e stati mentali attraverso l'utilizzo di video clips di espressioni facciali e tracce audio di espressioni vocali (Fig. 19). Diversi studi hanno messo in evidenza l'efficacia di questo software, anche se non mancano le debolezze evidenziate dai ricercatori stessi: per il momento i miglioramenti avvenuti sul

²¹⁸ Ivi, pp. 90-91.

²¹⁹ Owens, G., Granader, Y., Humphrey, A. & Baron-Cohen, S. (2008). *LEGO® therapy and the Social Use of Language Programme: an evaluation of two social skills interventions for children with high functioning autism and Asperger syndrome*. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(10), 1944–1957.

supporto tecnologico, non vengono generalizzati. In sostanza, i soggetti sottoposti al training migliorano le loro prestazioni sul computer, ma non sono ancora in grado di trasferire queste abilità anche nelle relazioni sociali reali.

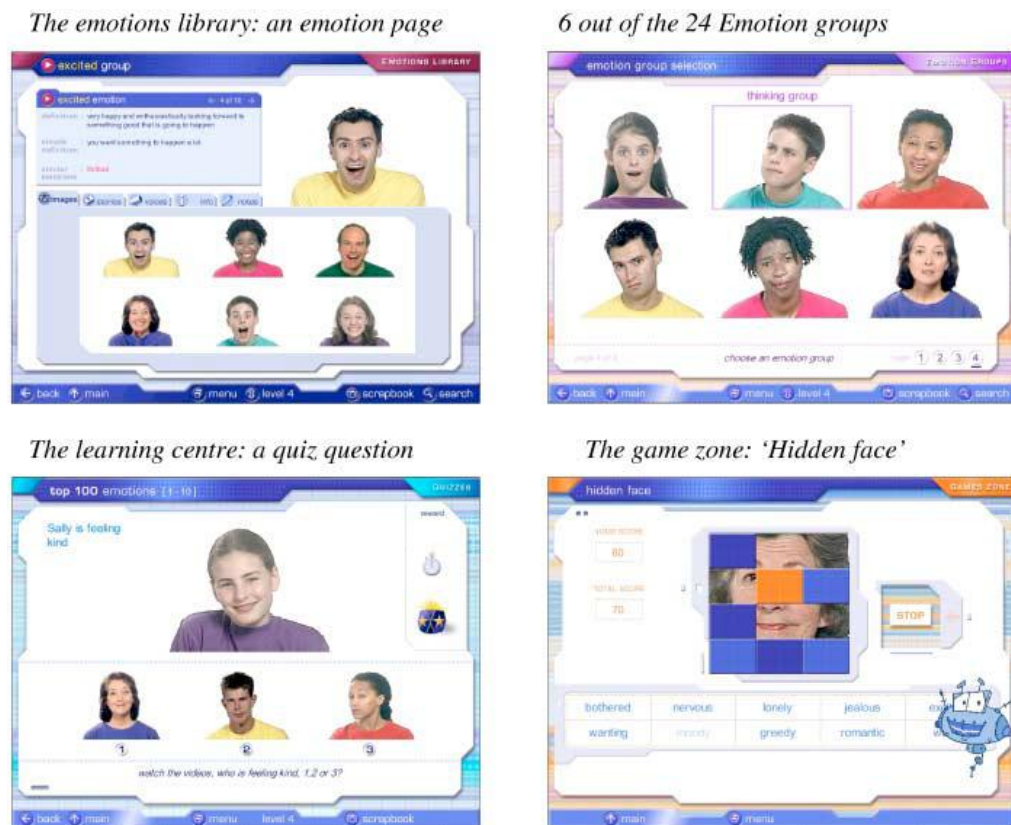


Fig. 19. Immagini che riproducono alcune schermate del software *Mind Reading*.

Altro strumento messo a punto per migliorare la “lettura” della mente altrui è *The Transporters DVD*; una serie di animazioni create per motivare i ragazzi autistici a riconoscere le emozioni e le espressioni facciali mostrate dai visi d’attori inseriti sulla parte anteriore di una serie di veicoli meccanici (bus, camion, treni, automobili, ecc.). Uno studio abbastanza recente²²⁰ ha testato l’efficacia di questo strumento rieducativo e ne ha certificato la validità, dimostrandone anche la capacità di indurre una efficace generalizzazione. I ragazzi che si erano esercitati con *The Transporters* sono

²²⁰ Golan, O., Ashwin, E., Granader, Y., McClintock, S., Day, K., Leggett, V., Baron-Cohen, S., *Enhancing Emotion Recognition in Children with Autism Spectrum Conditions: An Intervention Using Animated Vehicles with Real Emotional Faces*, Journal of Autism Developmental Disorders, 40, 269-79, 2010.

stati, infatti, in grado di riconoscere le emozioni anche nei video clips che riprendevano visi che non erano attaccati sui veicoli. (Fig. 20) Questo effetto miglioramento probabilmente è stato dovuto all'elevata motivazione che questo tipo di training aveva indotto nei ragazzi.²²¹

- (a) 4. Charlie is going to get the pieces for the new special clock.



- (b) 6. The neighbour's dog has bitten people before. He is barking at Louise.



Fig. 20. Immagini che riproducono le espressioni emotive proposte nel software *The Transporters*.

Secondo Baron-Cohen, tutti gli individui si possono collocare su una scala con livelli differenti di empatia²²², in cui si va da un grado zero negativo

²²¹ Baron-Cohen, S., Golan, O. and Ashwin, E., Educational cognitive neuroscience: designing autism-friendly methods to teach emotion recognition, in *Neuroscience in Education*, edited by, Della Sala S. and Anderson M., Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, 2012, pp. 299-311.

²²² Per misurare l'empatia Baron-Cohen ha ideato una scala che ha chiamato *Quoziente di empatia* (QE). «L'abbiamo progettata in modo da avere domande relative a ciascuna delle due componenti principali dell'empatia, il riconoscimento e la risposta. Riesce a distinguere le persone che hanno difficoltà empatiche da quelle che non le hanno

(in cui si collocano gli psicopatici, i borderline e i narcisisti) o positivo (soggetti Asperger o autistici), in cui non si ha alcuna empatia, fino al grado 6, in cui si annoverano individui con notevole empatia e «che sono continuamente focalizzati sui sentimenti degli altri, quasi uscendo da sé per controllarli ed essere di conforto».²²³ E se empatizzare è un comportamento che ha consentito alla nostra specie di evolversi in animali sociali, modalità di vita che si è rivelata vantaggiosa sul piano evolutivo²²⁴, allora il mondo educativo non può sottovalutare il ruolo di questa “*abilità sociale*”:

L’erosione dell’empatia è un’importante questione globale che riguarda la salute delle nostre comunità, siano esse ristrette (come le famiglie) o ampie (come le nazioni). [...] Senza empatia rischiamo la rottura delle relazioni, diventiamo capaci di ferirci l’un l’altro, possiamo causare conflitti. Con l’empatia abbiamo una risorsa che risolve i conflitti, accresce la coesione delle comunità, allevia il dolore di qualcuno.

Ritengo che l’empatia sia stata data per scontata e che questo abbia indotto a trascurarla. La psicologia come scienza l’ha praticamente ignorata per un secolo. Gli educatori si sono concentrati sulla letteratura e la matematica, e anch’essi l’hanno ampiamente ignorata. Presupponiamo che in un modo o nell’altro l’empatia si sviluppi in ogni bambino. Dedichiamo poco tempo, impegno e denaro per coltivarla.²²⁵

E se la continuità fra empatia e socialità appare un dato difficilmente criticabile, altrettanto stretto appare la relazione fra comportamento sociale e comportamento morale:

Che il comportamento sociale e morale siano parte di un *continuum* unico è in parte supportato da dati neuroscientifici, i quali mostrano che se un soggetto osserva un mero evento sociale o un evento convenzionalmente “morale”, le stesse regioni della corteccia prefrontale rivelano una maggiore attivazione.²²⁶

(Baron-Cohen, Wheelwright, 2004). [...] La versione per adulti del QE si fonda sull’autovalutazione». (Baron-Cohen, S., *La scienza del male*, p. 18)

²²³ Ivi, p. 22.

²²⁴ «A quanto pare gli esseri umani hanno successo non in forza di un’intelligenza generale superiore che accetta tutte le sfide ma perché fin dalla nascita si specializzano in abilità sociali. Cooperando attraverso la comunicazione e la lettura delle intenzioni altrui, i gruppi ottengono migliori risultati rispetto allo sforzo di ogni singola persona isolata». (Wilson, E. O., *La conquista sociale della Terra*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2013, p. 254)

²²⁵ Ivi, pp. 157-158.

²²⁶ Churchland, P. C., *Neurobiologia della morale*, p. 77.

Anche se non tutti condividono questa correlazione diretta tra empatia e morale²²⁷, non si può negare che la socialità sia intrisa di relazioni empatiche e morali. Come ci ricorda Laura Boella:

In un'epoca di grande confusione morale, l'empatia promette di essere un nuovo fondamento dell'etica in virtù delle sue forti implicazioni intersoggettive e sociali. L'orizzonte degli studi sperimentali sulle basi neurobiologiche dell'empatia introduce infatti descrizioni dell'originaria socialità umana e dell'interdipendenza corporea che spostano nettamente la questione etica dal problema del rapporto emozioni-ragione a un'etica che non sarebbe pensabile senza una vita del corpo e della mente considerati sistemi non separati, bensì integrati biologicamente, psicologicamente e fenomenologicamente, aperti in vario modo al mondo delle azioni, delle intenzioni altrui e del loro significato.²²⁸

L'empatia/simpatia fa circolare in ogni esperienza, conferendo a essa la coloritura del sentire, il valore morale della scoperta dell'altro, della sua umanità "sacra", che non coinvolge solo il dolore, ma la giustizia, l'onestà, la dignità, la fiducia, la libertà. [...]

La capacità di percepire, di essere interpellati e di rispondere alla realtà, naturale e umana, perché viva e dotata di valore, non è quindi innanzitutto la capacità di avere emozioni in generale, bensì di vivere quelle che hanno un intrinseco valore etico, ossia l'interesse, la cura la preoccupazione per l'altro. In questa prospettiva, la capacità empatica è sempre nuova scoperta dell'uomo, della donna, dell'ambiente degradato, della situazione di abbandono, che ci interpellano nella loro rilevanza etica, nel bene e nel male che li riguardano. Sta qui la vera sfida all'indifferenza, il male morale più diffuso della nostra epoca e il presupposto di ogni giudizio morale, di ogni azione buona. A partire da qui inizia la lunga strada che dalle emozioni porta al giudizio e all'agire morale.²²⁹

²²⁷ «Sviluppo morale ed empatia non sono la stessa cosa, dal momento che è possibile sviluppare un forte codice morale anche in assenza di empatia». Le persone con sindrome di Asperger, ad esempio, pur essendo carenti sul piano empatico, sono molto rispettosi delle regole morali. Ma nello stesso testo l'autore propone di sostituire il termine male con "*erosione dell'empatia*", tradendo una convinzione di fondo che vede nell'empatia la premessa biologica originaria su cui si fonda l'etica. (Baron-Cohen, S., *La scienza del male*, pp. 60-61)

²²⁸ Boella, L., *La morale e la natura*, in *Neuroetica*, a cura di Lavazza, A. e Sartori G., Il Mulino, Bologna, 2011, p. 104.

²²⁹ Boella, L., *Il coraggio dell'etica*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012, pp. 158-159.

*È necessario pensare a una nuova scuola,
una scuola differente. Non serve cambiare
solo i programmi di studio, è necessario
anche modificare i metodi
d'insegnamento. Questo cambiamento è
già in corso negli Stati Uniti e sta
producendo risultati notevoli.
L'“interazione” di un nuovo sistema
didattico ed educativo che connetta la
scuola, i centri di ricerca e la società è la
chiave di volta per raggiungere obiettivi
comuni che corrispondono alle istanze
sociali europee.
Rita Levi Montalcini*

PEDAGOGIA E NEUROEDUCATION:

ATTUALITÀ E PROSPETTIVE

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, le neuroscienze cognitive, affettive e sociali, stanno modificando in maniera sostanziale il panorama delle conoscenze che possediamo riguardo ai processi cognitivo-affettivi e relazionali che sostanziano l'agire umano. In un panorama scientifico perennemente in trasformazione come quello parzialmente descritto in questo lavoro, quale diventa il ruolo della pedagogia? Si ridurrà ad ancella della psicologia e delle neuroscienze cognitive? Si ritaglierà un ruolo di meta-riflessione interdisciplinare? Si trasformerà in costrutto teorico di “ricettari” didattici preconfezionati per il mercato editoriale? O, peggio ancora, sfuggirà sempre più alle responsabilità che le sono proprie per statuto, per dedicare tutte le migliori energie ai “nuovismi” accademici di nicchia, che tradiscono più un certo smarrimento epistemologico, che una reale volontà di intraprendere nuove strade per amore del sapere pedagogico?

Penso sia necessario che la pedagogia si riappropri quanto prima di spazi, tempi, contenuti, ruoli, che le sono proprie e che le sono state scippate anche a causa di una sua certa inedia e scarsa propensione al confronto con i paradigmi delle scienze sperimentali. Questo è vero soprattutto per la grande tradizione pedagogica italiana, forse per un vizio di fondo che l'ha vista sempre fredda nei confronti delle posizioni neurobiologiche (si pensi alle difficoltà incontrate anche dalla Montessori), per preferirle una teoresi filosoficamente derivata e debordante, che ha finito per rallentare il suo processo di emancipazione epistemologica.

Che ci sia un legame fortissimo fra filosofia e pedagogia, grazie soprattutto all'identificazione di gentiliana memoria, è un fatto conosciuto e ampiamente dibattuto. Questo connubio non si esaurisce solo nelle sue ascendenze filosofiche novecentesche. Infatti, la stessa natura metaempirica del fenomeno educativo, soprattutto nelle sue declinazioni assiologiche e normative, lo pone come una questione di pertinenza dell'indagine filosofica; inoltre, la costitutiva natura critica del discorso filosofico, offre strumenti molto raffinati all'analisi pedagogica.²³⁰ Ecco perché questo rapporto non può essere liquidato senza gravi conseguenze per la riflessione pedagogica stessa. In ogni caso, questo legame per molti decenni ha rappresentato un freno per le legittime rivendicazioni di autonomia ed indipendenza che la pedagogia muoveva nei confronti della filosofia; un processo che è andato avanti in maniera lenta e faticosa, forse anche perché i pedagogisti "della cattedra" hanno da sempre «una formazione prevalentemente filosofica e in molti casi sono *tout court* filosofi o quanto meno studiosi di problematiche filosofiche».²³¹ E proprio quando l'emancipazione dalla filosofia sembrava raggiunta, ecco profilarsi all'orizzonte una nuova disputa teorico-

²³⁰ Scurati, C., *Pedagogia: fondamenti e dimensioni*, in Frabboni, F., Guerra, L., Scurati, C., *Pedagogia. Realtà e prospettive dell'educazione*, Edizioni Bruno Mondadori, Milano, 1999, p. 8.

²³¹ Nisi, C., *Educazione e scienza oggi*, Danilo Pizzo Editore, Urbino, 1991, pp. 63-64.

epistemologica: quella sulla scientificità della pedagogia, o meglio sul fondamento della pedagogia come scienza dell'educazione distinta dalle altre scienze dell'educazione.²³² Una controversia accademica che negli anni Sessanta e Settanta del Novecento si è trascinata per lungo tempo e che ha fatto emergere un paradosso: l'incontro con le scienze umane ad indirizzo naturalistico, da una parte ha creato le condizioni di un più rapido affrancamento della pedagogia dalla filosofia, ma dall'altra ha determinato «uno stato di soggezione della pedagogia nei confronti delle scienze umane naturalistiche del tutto analoga a quella precedente (nei confronti della filosofia), [favorendo] una sua nuova alienazione o una nuova perdita del proprio autentico significato e quindi del proprio valore».²³³ Questo passaggio storico Cesare Scurati lo ha descritto in questo modo:

All'esplosione dell'educazione, ha fatto riscontro [...] la crisi della pedagogia. È in questa congiuntura che è andata via via affermandosi la proposta delle "scienze dell'educazione".

Le problematiche di maggior rilievo e portata che toccano, in questo quadro, il sapere pedagogico possono venire sintetizzate in tre indicazioni salienti:

- 1) il persistere di una ormai prolungata situazione di difficoltà epistemologica, che rende perennemente dubbiosa l'esistenza di un'effettiva e consistente autonomia disciplinare del sapere pedagogico stesso;
- 2) il manifestarsi pressoché ininterrotto e continuamente proliferante di nuove forme, dimensioni e metodologie di ricerca interessate alla pratica educativa;
- 3) l'esigenza di ancorare la formazione in pedagogia a esiti professionalmente spendibili, cioè a competenze che possono trovare un'accoglienza prevedibilmente positiva nel campo del lavoro educativo.²³⁴

²³² «Il rapporto fra scienze dell'educazione e pedagogia si colloca così fra il rischio dell'assorbimento della pedagogia all'interno delle scienze dell'educazione, intendendo il ruolo del sapere pedagogico tutt'al più come raccordo fra i risultati delle diverse scienze, e la subordinazione delle scienze dell'educazione alla pedagogia, la quale si limiterebbe, di volta in volta, a fruire dei loro risultati per i propri scopi. Di questo problema non esiste una soluzione unitaria, date le molteplici interpretazioni di scuole pedagogiche differenti. Così autorevoli interpreti hanno definito la pedagogia "scienza interdisciplinare" (De Bartolomeis) oppure "un termine molto generale atto a coprire l'insieme delle scienze dell'educazione" (Visalberghi) o ancora una "scienza empirica dell'educazione" (Laporta)». (Avalle, U., Maranzana, M., *Problemi di pedagogia*, volume terzo, Paravia Bruno Mondadori Editori, Torino, 2001, p. 11)

²³³ Bertolini, P., *Pedagogia e scienze umane*, Cooperativa Universitaria, Bologna, 1973, pp. 17-18.

²³⁴ Scurati, C., *Pedagogia: fondamenti e dimensioni*, pp. 10-11.

A parte le pochissime eccezioni citate in questo lavoro (Frauenfelder, Santoianni, Margiotta, Rivoltella, D'Alessio e Gomez Paloma), la lontananza della pedagogia contemporanea italiana dalle tematiche scientifiche più attuali e direttamente connesse all'educazione, emerge in modo incontestabile anche dall'impossibilità di individuare un dipartimento universitario di Scienze dell'educazione e della formazione che si occupi costantemente di queste "pericolose relazioni" fra mondo educativo e neuroscienze. Questo scarso interesse suscitato dalle tematiche trattate in questo lavoro è testimoniato anche dal fatto che la "nuova" generazione di pedagogisti italiani coltiva interessi scientifici di altro genere, come la ridottissima bibliografia nazionale sull'argomento dimostra. Anche nel recente testo *25 saggi di pedagogia*, curato da Alessandro Mariani ed Egle Becchi²³⁵, infatti, nessuno dei pregevoli scritti presentati da quest'ultima generazione di pedagogisti universitari è dedicato all'analisi delle prospettive neuroeducative indotte dal paradigma neuroscientifico, un settore di studio che, come abbiamo visto, è in piena espansione nelle più importanti realtà internazionali, con risvolti molto interessanti sia sul piano epistemologico e sia su quello didattico-educativo. Probabilmente qualcuno vede nella *neuroeducation* una "moda" scientifico-accademica anglosassone di scarso interesse e con vita breve, una delle tante "neuromanie" sorte in seguito all'affermazione prorompente del paradigma neuroscientifico. Personalmente condivido questa posizione. Penso che se da una parte l'«educazione è per sua natura una pratica che implica un insieme di valori»²³⁶ e come tale non può essere pensata ed agita indipendentemente dalla cultura in cui si esplica, dall'altra non può essere concepita come un'arte didattica senza solidi fondamenti scientifici e che modula la sua

²³⁵ Mariani, A., *25 saggi di pedagogia*, FrancoAngeli, Milano, 2011.

²³⁶ Gardner, H., *Sapere per comprendere*, Feltrinelli, Milano, 1999, p. 80.

azione solo in funzione dei feedback che gli derivano dal lavoro quotidiano e delle “mode didattiche” (psicomiti, neuromiti) più diffuse:

Sono soprattutto le indagini neuroscientifiche che oggi valorizzano l'individuo come realtà biologica unica e irripetibile, eppure antropologicamente interrelata con altre realtà biologiche dalle quali dipende la crescita cognitiva e trasformativa: nel cervello si cerca di scoprire la mente, non certo di ridurre le funzioni apprenditive a meccanismi neuronali.²³⁷

Condivido l'analisi di molti autorevoli studiosi, che sottolineano a più riprese la crisi d'identità della pedagogia, una disciplina non più in grado di ispirare autorevolmente le politiche educative e scolastiche del nuovo millennio, surclassata dalle derive psicologistiche da una parte e dall'efficientismo didattico competitivo e di natura commerciale dall'altra. Non sono però d'accordo sull'orizzonte verso cui la pedagogia del XXI secolo deve proiettarsi: no ad una pedagogia che vede solo nella rivalutazione della sua dimensione riflessiva e metariflessiva e che si oppone alla “scientificizzazione” del discorso didattico-pedagogico; sì ad una pedagogia che riconquista uno spazio da protagonista sulla scena dell'educazione e della formazione, capace com'è, per natura epistemologica, di mediare fra le più diverse e lontane discipline e paradigmi scientifici. Ma l'autorevolezza di questo ruolo non le può venire solo dalla rivalutazione dei “padri costituenti”, o dall'autocelebrazione di un illustre passato, ma dalla capacità di comprendere e far proprie le scoperte delle nuove scienze sperimentali, farsi interprete dei nuovi linguaggi educativi e connetterli in un sistema coerente con gli sviluppi della società complessa in perenne trasformazione, per promuovere uno sviluppo educativo degli individui che sia scientificamente fondato e filosoficamente meditato. D'altronde questa crisi d'autorità e di autorevolezza della pedagogia è la stessa che stanno vivendo i

²³⁷ Minello, R., Margiotta, U., Poiein. *La Pedagogia e le Scienze della Formazione*, Pensa MultiMedia, Lecce-Brescia, 2011, p. 192.

genitori verso i figli, gli insegnanti verso gli alunni, i politici verso i cittadini. Una crisi d'autorità generalizzata.

Per riaffermare la propria autorevolezza, però, la pedagogia deve ritornare ad occuparsi della scuola, dei processi formali d'insegnamento-apprendimento che avvengono in questo luogo; cosa che negli ultimi decenni le è diventato sempre più difficile, soprattutto a causa del predominio della psicologia, che l'ha rimpiazzata nei cuori degli educatori, diventando l'interlocutrice privilegiata di chi cerca "ricette" didattiche preconfezionate o di strumenti diagnostici e preventivi, se non addirittura pseudoterapeutici, utili ad arginare le emergenze educative più disparate (dislessia, bullismo, *drop-out*, iperattività, *burning*, ecc.).

La pedagogia non può limitarsi a resistere²³⁸, ha il dovere e la forza per riconquistare un ruolo fondamentale nel panorama educativo e formativo della società contemporanea. Ma questo avverrà solo se essa sarà in grado di interloquire con autorevolezza con le nuove scienze, proponendosi come mediatrice tra le «due culture», tra mondo scientifico e mondo umanistico, tra cultura e natura, tra mente e cervello, tra neuroscienze ed educazione, nella prospettiva di un pensiero della "*reliance*".²³⁹ Un pensiero capace di «interconnettere e di solidarizzare delle conoscenze separate è capace di prolungarsi in un'etica di interconnessione e di solidarietà tra umani», con risvolti positivi non solo sul piano scientifico ed epistemologico, ma anche su quello esistenziale, etico e civile.²⁴⁰

²³⁸ Meirieu, P., *Pedagogia: il dovere i resistere*, Edizioni del Rosone, Foggia, 2013.

²³⁹ *Reliance* è un neologismo che Morin utilizza in uno dei suoi più recenti lavori e rappresenta la sintesi del verbo "relier" (legare, collegare) e di "alliance" (alleanza). Indica la capacità di saper «collegare le conoscenze fra loro, collegare le parti al tutto, il tutto alle parti, e che possa concepire la relazione del globale con il locale, e quella del locale con il globale. [...] Solo un pensiero atto a cogliere la complessità non solo delle nostre vite, dei nostri destini, della relazione individuo/società/specie, ma anche dell'era planetaria, può tentare di formulare una diagnosi sul corso attuale del nostro divenire, e di definire le riforme vitalmente necessarie per cambiare via. Solo un pensiero complesso ci può armare per preparare la metamorfosi nello stesso tempo sociale, individuale e antropologica». (Morin, E., *La via. Per l'avvenire dell'umanità*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012, p. 136)

²⁴⁰ Morin, *La testa ben fatta*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2000, p. 101.

Come ci ricorda Margiotta, il «valore epistemologico di questa posizione teorica risiede [...] nelle potenzialità pedagogiche dell'esercizio di una funzione "trasversale" che nulla cede al riduzionismo e nulla toglie alla vocazione radicale, alla tensione trascendentale e alla natura riflessiva e metateorica della pedagogia».²⁴¹ Perché ciò si realizzi, diventa indispensabile che il mondo della ricerca neuroscientifica e quello dell'educazione lavorino in sinergia. Compito della pedagogia, come dicevo sopra, sarà proprio quello di costruire un ponte fra queste due realtà ancora troppo distanti fra di loro. Attualmente i neuroscienziati cognitivi continuano a sviluppare protocolli di ricerca per studiare i processi cognitivi ed emotivi (memoria, attenzione, percezione, motivazione, ecc.) che rispondono bene alle condizioni di laboratorio, ma che rimangono tuttavia troppo lontani dai contesti naturali (ad esempio la classe) in cui gli stessi processi si esplicano. È indispensabile colmare questo iato esistente fra classe e laboratorio, fra realtà formative e luoghi di ricerca, senza però cedere ad un'acritica e frettolosa trasposizione delle scoperte neuroscientifiche in prescrizioni didattiche. Sono altresì consapevole delle resistenze che tutt'oggi si incontrano su questo percorso: il mio stesso lavoro, infatti, inizialmente prevedeva una ricerca sul campo con l'utilizzo della NIRS per valutare la validità didattica di una consuetudine molto diffusa nella scuola primaria italiana: l'utilizzo delle penne di 4 colori diversi nelle esercitazioni matematiche dei primi 3 anni di scuola. In sostanza, volevo verificare se l'alternarsi dei colori nella distinzione scritta fra unità, decine, centinaia e migliaia, avesse una qualche correlazione con le aree cerebrali coinvolte nel calcolo matematico. Purtroppo questo disegno di ricerca è rimasto sulla carta, sia perché mi sono scontrato con la carenza di strumentazione tecnologica esistente nel nostro territorio e sia per le scarse competenze specifiche nel campo delle neuroscienze cognitive degli

²⁴¹ Minello, R., Margiotta, U., *Poiein. La Pedagogia e le Scienze della Formazione*, p. 227.

operatori e dei ricercatori che operano nelle strutture mediche ed universitarie locali.

Se la pedagogia, facendosi interprete del pensiero della relianza, vuole candidarsi a questo ruolo di mediazione, non può limitarsi ad aggiornare le sue conoscenze neuroscientifiche, ma deve acquisire competenze adeguate a contribuire, ad esempio, alla formulazione dei protocolli di ricerca sperimentali, alla comprensione dei risultati e alla corretta interpretazione di questi dati in funzione delle necessità didattiche. Per questo è necessario che la pedagogia vada oltre la mediazione interdisciplinare, per accreditarsi come campo “transdisciplinare”, in cui l’integrazione diventa un «processo di produzione di nuove dimensioni dinamicamente fuse fuori dalla collaborazione multi-disciplinare e di costruzione di ponti tra differenti discipline».²⁴² Come, ad esempio, è avvenuto in Giappone con i programmi ministeriali “*Developing Brain*” e “*Brain-Science & Education*”.

La discussione epistemologica sulla natura di questo campo d’indagine, sulla sua delimitazione disciplinare e sul suo ruolo educativo è tuttora aperta. Come abbiamo già scritto in altre parti di questo lavoro, ci sono interpretazioni e “sfumature” epistemologiche differenti. Non è mia intenzione tornare su tale discussione, ma ribadisco la mia preferenza per l’approccio empirico definito *neuroeducation*, che soddisfa anche a livello terminologico l’approccio “*consiliente*”²⁴³ che ho sposato in questo scritto. Che sia chiaro, non propongo la sostituzione terminologica *ex-abrupto* di pedagogia con *Neuroeducation*, anche se a livello universitario già dal 2000 non esistono più corsi di laurea in Pedagogia e tutti i percorsi formativi del

²⁴² Battro, A. M., Fischer, K. W. and Léna, P. J., *The educated brain. Essays in Neuroeducation*, Cambridge University Press, New York, 2011, p. 167. (traduzione mia)

²⁴³ «La consilienza procede attraverso la traduzione, il confronto e il dialogo di saperi scientifici diversi verso un sistema conoscitivo complesso comune. L’integrazione è quindi essenzialmente un processo epistemologico di ricerca e di connessione interdisciplinari fra aree scientifiche diverse interessate ai processi del sistema mente-cervello-corpo con l’emergere di nuovi paradigmi delle “scienze della vita” (Bottaccioli, 2011)». (Menoni, E., Iannelli, K., Egiziano, E., *Neuroscienze e integrazione teorica in psicoterapia: il modello EAIE (Evolutività, Affettività, Intersoggettività, Esperienzialità*, in *Neuroscienze ed emozioni*, Idee in Psicoterapia, Volume 5, N. 1-3, 2012, p. 97)

settore pedagogico vanno ricondotti alla cosiddetta “*Classe delle lauree in Scienze dell’educazione e della Formazione*”²⁴⁴; se di sostituzione non si tratta, è indubbio, però, che il confronto con il paradigma neuroscientifico, che ormai si sta incuneando in campi fino a qualche anno fa impenetrabili al discorso scientifico come l’etica e l’estetica, pone una questione epistemologica che richiede uno serio sforzo da parte della ricerca pedagogica internazionale e in particolar modo di quella italiana.

Questo contesto consiliante fa emergere anche l’anacronistica distanza che tuttora persiste, soprattutto nel nostro Paese, non solo fra la ricerca neuroscientifica e il campo educativo, ma anche fra la più consolidata ricerca pedagogica accademica e il mondo della scuola. I ricercatori universitari dei settori pedagogici, nonostante gli auspici di Dewey²⁴⁵, continuano ad intrattenere saltuari contatti con i mondi educativi oggetti delle loro indagini. Situazione che, ad esempio, non avviene nel mondo della medicina. Chi insegna nelle facoltà mediche, infatti, ha un contatto diretto e quotidiano con la clinica ospedaliera. Ciò rende più agevole e proficua anche la ricerca sperimentale, perché nasce dalle osservazioni dirette in corsia e risponde alle necessità cliniche affrontate “sul campo”. Questa persistente distanza fra ricerca accademica ed educatori ha generato una reciproca diffidenza che si è riverberata negativamente sullo sviluppo dei processi di apprendimento-insegnamento. I laboratori di deweyana memoria, purtroppo, sono rimasti solo sulla carta o si sono realizzati esclusivamente come strumento didattico

²⁴⁴ D.M., 4 agosto 2000.

²⁴⁵ «Non è solo la pratica che ha sofferto dell’isolamento degli studiosi delle discipline sociali e psicologiche dagli eventi che si verificano nelle scuole. L’indifferenza verso quest’ultime, un disprezzo intellettuale mal celato per esse, ha rafforzato indubbiamente nelle scuole la regola del convenzionalismo, della abitudine e delle opinioni contingenti. Ma essa ha anche privato le scienze in questione di problemi che avrebbero stimolato importanti ricerche e riflessioni. La sterilità e la scarsa profondità speculativa delle scienze umane si deve in larga misura attribuire alla loro lontananza dal materiale capace di stimolarne, dirigerne e verificarne il pensiero. Nella situazione creatasi di recente nulla è più promettente per lo sviluppo scientifico del fatto che la distanza intellettuale tra l’università e la scuola elementare, per esempio, vada riducendosi». (Dewey, J., *Le fonti di una scienza dell’educazione*, traduzione a cura degli studenti e delle studentesse del corso di Pedagogia generale II, Corso di Laurea in Scienze dell’Educazione e della Formazione, Università di Roma, pp. 22-23)

motivante per gli alunni; gli insegnanti, invece, tranne per poche eccezioni (ad esempio le sperimentazioni di ricerca-azione), hanno continuato a svolgere il proprio compito seguendo la personale *ars educandi*, senza farsi “contaminare” dalla ricerca scientifica. Tali disfunzioni si sarebbero potute prevenire se gli insegnanti, come Dewey si augurava, avessero acquisito una *forma mentis* proiettata nella ricerca e nella sperimentazione.²⁴⁶ Tale colpevole lontananza e divaricazione d’interessi si sarebbe potuta contenere se si fossero realizzate le facoltà pedagogiche attorno agli istituti scolastici, con il corpo docente di entrambe le istituzioni direttamente coinvolto nella ricerca sperimentale e nel lavoro didattico.²⁴⁷ Tale positiva commistione non si è mai realizzata ed ancora oggi fatica ad imporsi all’attenzione di studiosi e politici, che non riescono a guardare a questa integrazione didattica e sperimentale come ad un prezioso strumento di formazione per operatori educativi e ricercatori, oltre che mezzo straordinario per promuovere una scuola di qualità e al passo coi tempi. Questo orizzonte forse appare troppo lontano, ma pensare più realisticamente ad una stretta collaborazione fra pedagogisti, neuroscienziati ed educatori, penso sia diventato stringente. Magari si potrebbe iniziare creando a livello universitario dei Centri di Ricerca Interdipartimentali e dei Centri di Formazione in *Neuroeducation* per docenti, sul modello di quelli già attivi in altre nazioni: *Centre for Educational*

²⁴⁶ «Il succo della nostra discussione è che la realtà ultima della scienza dell’educazione non si trova nei libri, né nei laboratori sperimentali, né nelle aule scolastiche dove viene insegnata, ma nelle menti degli individui impegnati nella direzione delle attività educative; che senza la presenza attiva negli atteggiamenti e nelle abitudini di osservazione, di giudizio e progettazione di coloro che sono impegnati nell’attività educativa si potranno ottenere dei risultati scientifici, ma in tal caso non ci troveremo dinanzi alla scienza educativa, bensì alla psicologia, alla sociologia, alla statistica e via dicendo. Questo è il punto sul quale verte tutta la mia discussione. Dobbiamo distinguere tra le fonti della scienza dell’educazione ed il suo contenuto scientifico. Si corre sempre il pericolo di confonderli e si ha la tendenza a supporre che alcuni risultati, per il fatto di essere scientifici, costituiscano già una scienza dell’educazione. Lumi, chiarezza e progresso possono ottenersi soltanto ricordando che tali risultati rappresentano delle fonti da utilizzare, tramite le menti degli educatori, per fornire alle funzioni educative una maggior forza intellettuale». (Dewey, J. *Le fonti di una scienza dell’educazione*, pp. 18)

²⁴⁷ Sul modello della “Laboratory School” fondata da Dewey nel 1900 presso l’Università di Chicago, nata per implementare le attività didattiche di base con i contributi provenienti dalla psicologia e dalle scienze cognitive.

Neuroscience, nato dalla collaborazione fra tre istituzioni universitarie di Londra (Fig. 21);

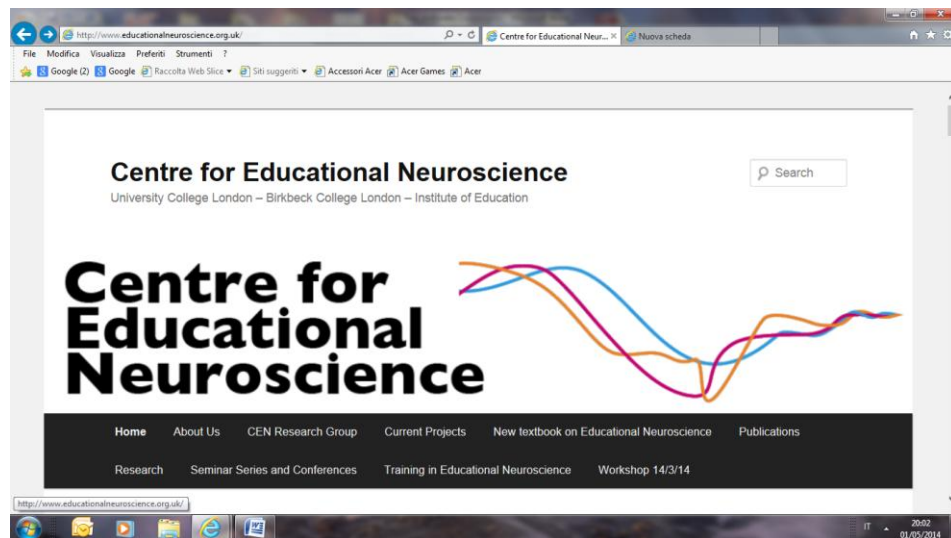


Fig. 21. La pagina web del *Centre for Educational Neuroscience* di Londra.

Centre for Neuroscience in Education dell'Università di Cambridge (Fig. 22);

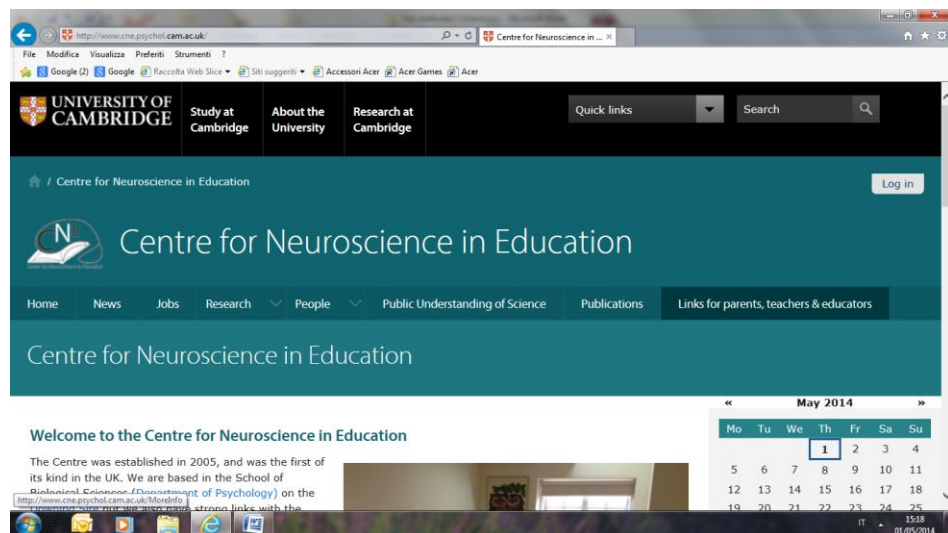


Fig. 22. Il sito del *Centre for Neuroscience in Education* dell'Università di Cambridge.

Centre for Mind and Brain in Educational and Social Context dell'Università di Bristol; *Mind, Brain, and Education* dell'Università di Harvard; *Brain and Creativity Institute* dell'Università di Southern California a Los Angeles (Fig. 23);

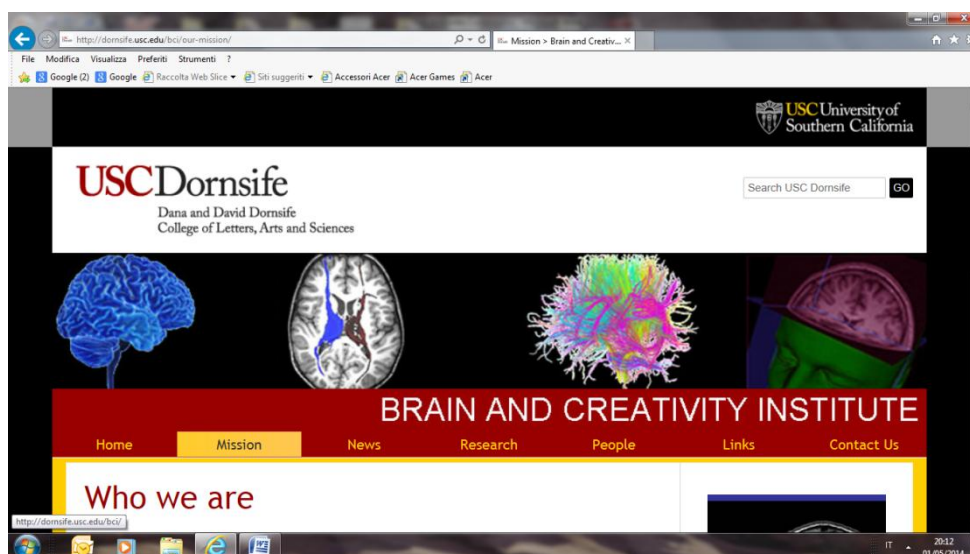


Fig. 23. Il *Brain and Creativity Institute* creato da Antonio Damasio

Southwest Center for Mind, Brain, and Education dell'Università di Texas a Austin; *Science of Learning Research Centre*²⁴⁸ di Melbourne in Australia; *TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen* di Ulm in Germania. Creare le condizioni perché anche in Italia sorgessero istituti di ricerca di questo tipo, rappresenterebbe un primo passo verso quell'integrazione fra la ricerca "pura" e l'azione "sul campo" che è ormai indispensabile. Luoghi di ricerca e formazione, che diventerebbero dei centri di propulsione per un'innovazione didattica, risultato più dell'integrazione del mondo della ricerca e del mondo della scuola, che di imposizioni ministeriali figlie di tutt'altri interessi.

I docenti del XXI secolo non possono più sottrarsi a percorsi formativi che vanno in questa direzione. Creare le condizioni per consentire agli educatori di aggiornare agevolmente la propria professionalità, secondo parametri di correttezza scientifica, è un compito a cui il mondo scientifico e scolastico, ma anche politico-istituzionale, non si possono più sottrarre. O la

²⁴⁸ «Nel centro i ricercatori in educazione e in psicologia e neuroscienze cognitive, lavorano insieme agli insegnanti per comprendere i processi di apprendimento. Questo centro sta stabilendo nuovi criteri per valutare l'impatto di differenti tipi di apprendimento e strategie da utilizzare nelle pratiche didattiche a beneficio di tutti gli australiani». (Dal sito del *Science of Learning Research Centre*, <http://slrc.org.au/who-are-we/>, traduzione mia)

pedagogia promuove, dirige e alimenta questo percorso di “innovazione”, o rischia di soccombere definitivamente.

BIBLIOGRAFIA

1. Anders, G., *La natura eretica*, MicroMega 1-2006, pp. 47-57.
2. Arsuaga, J. L., *Come i primi uomini sconfissero gli 'altri umani'*, MicroMega-Almanacco di scienze 2012, pp. 112-146.
3. Ascenzi, A., a cura di, *La letteratura per l'infanzia oggi*, Vita e Pensiero, Milano, 2002.
4. A Valle, U., Maranzana, M., *Problemi di pedagogia*, Volume terzo, Paravia Bruno Mondadori Editori, Torino, 2001.
5. Baron-Cohen, S., *La scienza del male. L'empatia e le origini della crudeltà*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012.
6. Baron-Cohen, S., Golan, O. and Ashwin, E., *Educational cognitive neuroscience: designing autism-friendly methods to teach emotion recognition*, in *Neuroscience in Education*, edited by, Della Sala S. and Anderson M., Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, 2012, pp. 299-311.
7. Bateson, G., *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi Edizioni, Milano, 1976.
8. Bateson, G., *Mente e natura*, Adelphi Edizioni, Milano, 1979.
9. Battacchi, M., Giovanelli, G., *Psicologia dello sviluppo*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1995.

10. Battro, A., *Metà cervello è abbastanza*, Erickson, Trento, 2002.
11. Battro, A. M., Fischer, K. W. and Léna, P. J., *The educated brain. Essays in Neuroeducation*, Cambridge University Press, New York, 2011.
12. Battro, A. and Fischer, K., *Mind, Brain, and Education in the Digital Era*, Mind, Brain, and Education, Imbes, vol. 6, Number 1, March 2012, pp. 49-50.
13. Bauman, Z., *Le sfide dell'etica*, Feltrinelli, Roma, 2010.
14. Bennet, S., Maton, K., Kervin, L. K., *The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence*, British Journal of Education Technology, 5, 2008, pp. 775-786.
15. Berger, L. R., *La scoperta di Australopithecus Sediba*, MicroMega-Almanacco di scienze 2012, pp. 54-70.
16. Bertolini, P., *Pedagogia e scienze umane*, Cooperativa Universitaria, Bologna, 1973.
17. Blakemore, S., Frith, U., *Learning and remembering*, in *The Jossey-Bass reader on the brain and learning*, Wiley, San Francisco, 2008.
18. Boella, L., *Il coraggio dell'etica. Per una nuova immaginazione morale*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012.
19. Boncinelli, E., *Necessità e contingenza della natura umana*, MicroMega 4-2005, pp. 7-27.
20. Brezinka, W., *Educazione e pedagogia in tempi di cambiamento culturale*, Vita e Pensiero, Milano, 2011.

21. British Neuroscience Association-Società Italiana di Neuroscienze, *La scienza del cervello. Una introduzione per giovani studenti*, IBRO, 2006.
22. Bruer, J. T., *Education and the Brain: A Bridge Too Far*, Educational Reasearcher, Vol. 26, No. 8, November 1997, p. 4-16.
23. Bruner, J., *La cultura dell'educazione*, Feltrinelli, Milano, 1997.
24. Callari Galli, M., Cambi, F., Ceruti, M., *Formare alla complessità. Prospettive dell'educazione nelle società globali*, Carocci editore, Roma, 2003.
25. Cantlon, J. F., Libertus, M. E., Pinel, P., Dehaene, S., Brannon, E. M. Pelphrey, K. A., *The neural development of an abstract concept of number*, Journal of Cognitive Neuroscience, 21(11), 2217-2229, 2009.
26. Caruana, F., Jezzini, A., Sbriscia-Fioretti, B., Rizzolatti, G., Gallese, V., *Emotional and Social Behaviors Elicited by Electrical Stimulation of the Insula in the Macaque Monkey*, "Current Biology", n. 21 (Febbraio 2011), pp. 1-5.
27. Ceresani, R., *Intervista a Vittorio Gallese*, in "Transpostcross-Letteratura Culture", Rivista on-line Università Bologna, 2012.
28. Changeaux, J. P., *The Neuroscience of art: A Research Program for the Next Decade?* Mind, Brain, and Education, vol. 5 – num. 1, 2011.
29. Chazan, M., *Handaxes, Concepts, and Teaching*, Mind, Brain, and Education, Imbes, vol. 6, Number 4, December 2012, pp. 197-203.
30. Churchland, P. S., *Neurobiologia della morale*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012.

31. Cirino, C. M., *Disturbi dello spettro autistico tra filosofia della medicina e delle neuroscienze*, Rivista Italiana di Filosofia Analitica Junior, 3:1, 2012, pp. 37-66.
32. Cisotto, L., *Psicopedagogia e didattica*, Carocci editore, Roma, 2005.
33. Civile, F., Danesi, B. e Rossi, A. M., a cura di, *Grazie brontosauo! Per Stephen Jay Gould*, in Ferraguti, M., *Gli equilibri punteggiati messi alla prova!*, Edizioni ETS, Pisa, 2012, pp. 65-77.
34. Coco, E., *I misfatti della natura e il problema morale nell'uomo*, MicroMega-Almanacco di scienze 2009, pp. 168-179.
35. Coltheart, M., McArthur, G., *Neuroscience, education and educational efficacy research*, in *Neuroscience in Education*, edited by Della Sala, S., Anderson, M., Oxford University Press, United Kingdom, 2012, pp. 215-221.
36. Cornoldi, C., *Le basi cognitive dell'intelligenza*, Giornale Italiano di Psicologia, 2/2011, pp. 267-290.
37. Cozolino, L., *The Social Neuroscience of Education*, W W Norton & Co. Inc., New York, N.Y., 2013.
38. D'Alessio, C., Minchillo, I., *Le neuroscienze e l'educazione*, Pensa editore, Lecce, 2010.
39. Dalla Chiara, M. L., Toraldo di Francia, G., *La scimmia allo specchio. Osservarsi per conoscere*, Laterza, Roma-Bari, 1988.
40. Damasio, A. R., *L'errore di Cartesio*, Adelphi, Milano 1995.
41. Damasio, A. R., *Il sé viene alla mente. La costruzione del cervello cosciente*, Adelphi Edizioni, Milano, 2012.

42. Dastjerdi, M., Ozker, M., Foster, B. L., Rangarajan, V., Parvizi, J. *Numerical processing in the human parietal cortex during experimental and natural conditions*, Nature Communications, 2013.
43. De Caro, M., Lavazza, A., Sartori, G., a cura di, *Quanto siamo responsabili? Filosofia, neuroscienze e società*, Codice edizioni, Torino, 2013.
44. Dehaene, S., *I neuroni della lettura*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2009.
45. Dehaene, S., *Il pallino della matematica*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2010.
46. Dehaene, S., *Siamo tutti neuroni riciclati*, MicroMega vol. 7-2010, pp. 148-160.
47. Della Sala, S., Anderson, M., *Neuroscience in Education*, Oxford University Press, United Kingdom, 2012.
48. Demetrio, D., Alberici, A., *Istituzioni di Educazione degli adulti*, Guerini Studio, Milano, 2002.
49. Dewey, J., *Esperienza e natura*, Mursia, Milano, 1990.
50. Dewey, J., *Democrazia e educazione*, La Nuova Italia Editrice, Firenze, 1992.
51. Dewey, J., *Le fonti di una scienza dell'educazione*, traduzione a cura degli studenti e delle studentesse del corso di Pedagogia generale II, Corso di Laurea in Scienze dell'Educazione e della Formazione, Università di Roma.
52. Di Vincenzo, F., Manzi, G., *L'origine darwiniana del linguaggio*, MicroMega-Almanacco di scienze 2012, pp. 147-167.

53. Eden, G. F., Jones, K. M., Cappell, K., Gareau, L., Wood, F. B., Zeffiro, T. A., Dietz, N. A. E., Agnew, J. A., Flowers, D. L., *Neural Changes following Remediation in Adult Developmental Dyslexia*, Neuron, Vol. 44, October 28, 2004, Cell Press, pp. 411-422.
54. Farisco, M., *Filosofia delle Neuroscienze*, Edizioni Messaggero, 2012.
55. Filograsso, N., a cura di, *Mente, conoscenza, educazione*, Anicia, Roma, 1994.
56. Filograsso, N., a cura di, *L'educazione della mente*, FrancoAngeli, Milano, 2002.
57. Filograsso, N., Travaglini, R., a cura di, *Dewey e l'educazione della mente*, FrancoAngeli, Milano, 2004.
58. Filograsso, N., *Lezioni di psicopedagogia*, FrancoAngeli, Milano, 2008.
59. Fischer, K. W., Daniel D. B., Immordino-Yang M. H., Stern, E., Battro, A., Koizumi, H., *Why Mind, Brain, and Education? Why Now?*, Mind, Brain, and Education, vol. 1 – num. 1, 2007.
60. Fischer, K. W., Immordino-Yang, M. H., Waber, D., *Toward a grounded synthesis of mind, brain, and education for reading disorders: an introduction to the field and this book*. Mind, Brain, and Education in Reading Disorders edited by Kurt W. Fischer, Jane Holmes Bernstein, Mary Helen Immordino-Yang, Cambridge University Press, 2007.
61. Fischer, K. W., Immordino-Yang, M. H., *Introduction: the fundamental importance of the brain and learning for education*. In "The Jossey-Bass Reader on The Brain and Learning. San Francisco: Jossey-Bass, 2008, XXVII-XXI.

62. Fischer, K. W., *Mind, Brain, and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching*. Mind, Brain, and Education, vol. 3 – num. 1, 2009.
63. Fosha, D., Siegel, D. J., Solomon, M. F., a cura di, *Attraversare le emozioni*, Volume 1, Mimesis Edizioni, Milano, 2011.
64. Frabboni, F., Guerra, L., Scurati, C., *Pedagogia. Realtà e prospettive dell'educazione*, Edizioni Bruno Mondadori, Milano, 1999.
65. Frabboni, F., Pinto Minerva, F., *Manuale di pedagogia generale*, Editori Laterza, Bari, 2002.
66. Frauenfelder, E., *La prospettiva educativa tra biologia e cultura*, Liguori Editore, Napoli, 1983.
67. Frauenfelder, E., *Pedagogia e biologia. Una possibile «alleanza»*, Liguori Editore, Napoli, 2001.
68. Frauenfelder, E., *Le scienze bioeducative. Prospettive di ricerca*, Liguori Editore, Napoli, 2002.
69. Frauenfelder, E., Santoianni, F., Striano, M., *Introduzione alle scienze bioeducative*, Editori Laterza, Roma-Bari, 2004.
70. Freedberg, D. e Gallese, V., *Movimento, emozione, empatia*, Prometeo, n. 103, Settembre 2008, pp. 52-59.
71. Galimberti, U., *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica*, Feltrinelli, Milano, 1999.
72. Gallese, V. e De Monticelli, R., *Dialogo sulla felicità*, Mente & Cervello, 2007, 35: pp. 72-75.
73. Gallese, V., *Il corpo teatrale: mimetismo, neuroni specchio, simulazione incarnata*, in "Culture Teatrali", 2008, 16: pp. 13-38.

74. Gallese, V., *Le due facce della mimesi. La Teoria Mimetica di Girard, la simulazione incarnata e l'identificazione Sociale*, Psicobiettivo, anno XXIX n. 2, pp. 77-102, 2009.
75. Gallese, V., *Neuroscienze e Fenomenologia*, Enciclopedia Treccani Terzo Millennio, 2009.
76. Gallese, V., *Le basi neurofisiologiche dell'intersoggettività*, La Società degli Individui, 37/1, pp. 48-53, 2010.
77. Gallese, V., *Corpo e azione nell'esperienza estetica. Una prospettiva neuroscientifica*. Postfazione a U. Morelli, "*Mente e bellezza. Mente relazionale, arte, creatività e innovazione*", Umberto Allemandi & C. editore, Torino, pp. 245-262, 2010.
78. Gallese, V. e Morelli, U., *Il teatro come metafora del mondo e il teatro nella mente*, convegno Castiglioncello (PI), 25 febbraio 2011.
79. Gardner, H. *Formae mentis. Saggio sulla pluralità dell'intelligenza*, Feltrinelli, Milano, 1987.
80. Gardner, H., *Educare al comprendere*, Feltrinelli Editore, Milano, 1993.
81. Gardner, H., *Sapere per comprendere. Discipline di studio e disciplina della mente*, Feltrinelli Editore, Milano, 1999.
82. Gardner, H., *GoodWork: Theory and Practice*, dispensa, Harvard, 2010.
83. Gardner, H., *Verità, bellezza, bontà. Educare alle virtù nel ventunesimo secolo*, Feltrinelli Editore, Milano, 2011.
84. Gazzaniga, M. S., *Selezione o formazione*, La Scienza, La mente e il cervello, vol. 10, UTET, 2005.

85. Gazzaniga, M. S., *Chi comanda? Scienza, mente e libero arbitrio*, Le Scienze, Torino, 2013.
86. Geake, J., *Neuromythologies in education*, Educational Research, Vol. 50, No. 2, June 2008, 123-133.
87. Geertz, C., *Interpretazioni di culture*, Il Mulino, Bologna, 1987.
88. Gilmore, G. K., McCarty, S. E. and Spike, E., *Symbolic arithmetic knowledge without instruction*, Nature 447: 589-91, 2007.
89. Golan, O., Ashwin, E., Granader, Y., McClintock, S., Day, K., Leggett, V., Baron-Cohen, S., *Enhancing Emotion Recognition in Children with Autism Spectrum Conditions: An Intervention Using Animated Vehicles with Real Emotional Faces*, Journal of Autism Developmental Disorders, 40, 269-79, 2010.
90. Goleman, D., *Intelligenza sociale*, RCS Libri S.p.A., Milano, 2006.
91. Gomez Paloma, F., *Corporeità, didattica e apprendimento. Le nuove neuroscienze dell'educazione*, Edisud Salerno, Salerno, 2009.
92. Gould, S. J., Lewontin, R. C., *I pennacchi di San Marco e il paradigma di Pangloss*, MicroMega 1-2006, pp. 77-100.
93. Hoffman, M. L., *Empatia e sviluppo morale*, Il Mulino, Bologna, 2008.
94. Howard-Jones, P., *Neuroscience and education: Issue and opportunities. Commentary by the Teacher and Learning Research Programme.* London: TLRP, 2007.
<http://www.tlrp.org/pub/commentaries.html>.
95. Howard-Jones, P., *Neuroscience, learning and technology (14-19)*, Becta, 2009, pp. 27-28.

96. Immordino-Yang, M. H., *A tale of two cases: lessons for education from the study of two boys living with half their brains*, in *Mind, Brain and Education*, vol. 1, number 2, pp. 66-83, 2007.
97. Immordino-Yang, M. H. and Damasio, A., *We feel, therefore we learn: the relevance of affective and social neuroscience to education*, *Mind, Brain and Education*, vol. 1, number 1, pp. 3-10, 2007.
98. Immordino-Yang, M. H., *The smoke around mirror neurons: goals as sociocultural and emotional organizers of perception and action in learning*, *Mind, Brain and Education*, vol. 2, number 2, pp. 67-73, 2008.
99. Immordino-Yang, M. H., *The stories of Nico and Brooke revisited: toward a cross-disciplinary dialogue about teaching and learning*, *Mind, Brain and Education*, vol. 2, number 2, pp. 49-51, 2008.
100. Immordino-Yang, M. H., *Social neuroscience and its application to education*. In S. Feifer & G. Rattan (Eds.), *The Neuropsychology of Emotional Disorders* (pp. 15-22), Middletown, MD: School Neuropsychology Press, 2009.
101. Immordino-Yang, M. H., McColl A., Damasio, H. and Damasio, A., *Neural correlates of admiration and compassion*, *PNAS*, vol. 106, number 19, pp. 8021-8026, 2009.
102. Immordino-Yang, M. H., *Admiration for virtue: neuroscientific perspectives on a motivating emotion*, *Contemporary Educational Psychology*, 35 (2010), pp. 110-115.
103. Immordino-Yang, M. H., and Faeth, M. *The role of emotion and skilled intuition in learning*. In D. A. Sousa (Ed.), *Mind, Brain and*

Education: Neuroscience Implications for the Classroom (pp.66-81).
Bloomington, IN: Solution Tree Press, 2010.

104. Immordino-Yang, M. H., *Implications of affective and social neuroscience for educational theory*, Educational Philosophy and Theory, vol. 43, number 1, pp. 98-103, 2011.
105. Immordino-Yang, M.H. and Fischer, K.W. *Neuroscience bases of learning*. In V. G. Aukrust (Ed.), *Learning and Cognition in Education*. (pp. 9-15) Oxford, U.K.: Elsevier, 2011.
106. INVALSI, a cura di, *Letteratismo e abilità per la vita. Indagine nazionale sulla popolazione italiana 16-65 anni*, Roma, 2006.
107. INVALSI, a cura di, *Indagini IEA 2011 PIRLS e TIMMS. Sintesi dei risultati*, 2012.
108. INVALSI, a cura di, *OCSE PISA 2012. Sintesi dei risultati per l'Italia*, Roma, 2013.
109. Ischebeck, A., Zamarian, L., Siedentopf, C., Koppelstätter, F., Benke, T., Felber, S., Delazer, M., *How specifically do we learn? Imaging the learning of multiplication and subtraction*, Neuroimage 30, 2006, 1365-1375.
110. Ischebeck, A., Zamarian, L., Egger, K., Schocke, M., Delazer, M., *Imaging early practice effects in arithmetic*, Neuroimage 36, 2007, 993-1003.
111. Iuculano, T. and Kadosh R. C., *Preliminary evidence for performance enhancement following parietal lobe stimulation in Developmental Dyscalculia*, Frontiers in Human Neuroscience, volume 8, article 38, 1-10, 2014.

112. Jacobs, Z. e Roberts, R. C., *La storia umana scritta nella pietra e nel sangue*, MicroMega-Almanacco di scienze 2012, pp. 71-86.
113. Janiri, L., Petrini, P. diretto da, *Neuroscienze ed emozioni*, Idee in Psicoterapia, Volume 5, 1-3, 2012.
114. Jonas, H., *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Torino, 1990.
115. Kagan, J., *La trama della vita. Come geni, cultura, tempo e destino determinano il nostro temperamento*, Bollati Boringhieri, Torino, 2011.
116. Katzir, T., Immordino-Yang, M.H., and Fischer, K.W. *Mind, brain, and education in the era of globalization*. In M. M. Suarez-Orozco (Ed.), *Learning and living in the global era: International perspectives on globalization and education*. (pp. 85-103). Berkeley, CA: University of California Press/Ross Institute, 2007.
117. Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Dosch, M., Martin, E., and von Aster, M., *Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: a functional MRI study*, Behavioral and Brain Functions, 2, 31, 2006.
118. Kucian, K., Grond, U., Rotzer, S., Henzi, B., Schönmann, C., Plangger, F., Gälli, M., Martin, E., von Aster, M., *Mental number line training in children with developmental dyscalculia*, Neuroimage, 57(3), 782-95, 2011.
119. Lavazza, A. e Sartori, G., a cura di, *Neuroetica*, Il Mulino, Bologna, 2011.
120. Legrenzi, P., Umiltà, C., *Neuro-mania. Il cervello non spiega chi siamo*, Il Mulino, Bologna, 2009.

121. Lieberman, P., McCarthy, R., *Come parlavano i nostri antenati?*, MicroMega-Almanacco di scienze 2012, pp. 168-178.
122. Loiodice, I., *Non perdere la bussola*, FrancoAngeli, Milano, 2004.
123. Longo, G., *Cognizione ed emozione: processi di interpretazione del testo letterario dalle neuroscienze cognitive all'educazione emotiva*, Tesi di dottorato, Dottorato di ricerca in Scienze della cognizione e della Formazione, Università degli studi Ca' Foscari di Venezia, 2009.
124. Lumer, L., Zeki, S., *La bella e la bestia: arte e neuroscienze*, Editori Laterza, Roma-Bari, 2011.
125. Marchesini, R., *Il tramonto dell'uomo*, Dedalo, Bari, 2009.
126. Marcus, G., *La costruzione della mente*, MicroMega 4-2005 settembre, pp. 41-55.
127. Margiotta, U., a cura di, *The changing mind from neural plasticity to cognitive modifiability*, PensaMultiMedia, Lecce-Brescia, 2011.
128. Mariani, A., *25 saggi di pedagogia*, FrancoAngeli, Milano, 2011.
129. Martino, R., Pedatella, A., Quinto, G. M., *Culture, individui e società*, Simone per la scuola, Napoli, 2008.
130. McCabe, D. P., Castel, A. D., *Seeing is believing: The effect of brain images on judgments of scientific reasoning*, Cognition 107 (2008), pp. 343-352.
131. Mecacci, L., *Introduzione alla psicologia*, Laterza, Roma-Bari, 1994.
132. Meirieu, P., *Pedagogia: il dovere i resistere*, Edizioni del Rosone, Foggia, 2013.
133. Menduni, E., *I media digitali*, Editori Laterza, Bari, 2007.

134. Minello, R., Margiotta, U., *Poiein. La Pedagogia e le Scienze della Formazione*, Pensa MultiMedia, Lecce-Brescia, 2011.
135. MIUR, *Linee guida per il diritto allo studio degli alunni e degli studenti con disturbi specifici di apprendimento*, Roma, 2011.
136. Morin, E., *La testa ben fatta. Riforma dell'insegnamento e riforma del pensiero*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2000.
137. Morin, E., *Il metodo. 6. Etica*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2005.
138. Morin, E., *La via. Per l'avvenire dell'umanità*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012.
139. Mussolin, C., De Volder, A., Grandin, C., Schlögel, X., Nassogne, M-C., Noël, M-P., *Neural correlates of symbolic number comparison in developmental dyscalculia*, Journal of Cognitive Neuroscience, 22(5), 860-74, 2010.
140. Neisser, U., *Conoscenza e realtà*, Il Mulino, Bologna, 1981.
141. Nisi, C., *Educazione e scienza oggi*, Danilo Pizzo Editore, Urbino, 1991.
142. Nussbaum, M., *L'intelligenza delle emozioni*, Il Mulino, Bologna, 2004.
143. Nussbaum, M., *Non per profitto. Perché le democrazie hanno bisogno della cultura umanistica*, Il Mulino, Bologna, 2011.
144. Nussbaum, M., *Creare capacità. Liberarsi dalla dittatura del PIL*, Il Mulino, Bologna, 2012.
145. Oliverio, A., *La mente. Istruzioni per l'uso*, Rizzoli, Milano, 2001.

146. Olivieri, D., *Mente, cervello ed educazione. Neuroscienze e pedagogia in dialogo*, PensaMultiMedia, Lecce-Brescia, 2011.
147. Ortega, F., Vidal, F., *Mapping the cerebral subject in contemporary culture*, Electronic Journal of Communication Information and Innovation in Health, 1 (2/2007), pp. 255-259.
148. Oyama, S., *The Ontogeny of Information. Developmental Systems and Evolution*, Duke University Press, Durham (NC), 2000.
149. Owens, G., Granader, Y., Humphrey, A., Baron-Cohen, S., *LEGO® therapy and the Social Use of Language Programme: an evaluation of two social skills interventions for children with high functioning autism and Asperger syndrome*. Journal of Autism and Developmental Disorders, 38(10), 2008, 1944–1957.
150. Paulesu, E., Démonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., Cappa, S. F., Cossu, G., Habib, M., Frith, C. D., Frith, U., *Dyslexia: Cultural Diversity and Biological Unity*, Science 291, 2165, 2001.
151. Piattelli-Palmarini, M., a cura di, *Linguaggio e apprendimento. Il dibattito tra Jean Piaget e Noam Chomsky*, Jaca Book, Milano, 1991.
152. Piattelli-Palmarini, M., Fodor, J., *Gli errori di Darwin*, Feltrinelli Editore, Milano, 2010.
153. Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A.M., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D., Dehaene, S., Zorzi, M., *Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia*, Cognition, 116(1), 33-41, 2010.
154. Pievani, T., *Quella volta che siamo diventati umani*, Lettera Int., 80, 2004.

155. Pievani, T., *Biologia dell'altruismo*, MicroMega 7-2010, pp. 45-63.
156. Pievani, T., *Il non senso dell'evoluzione umana*, MicroMega-Almanacco di scienze 2012, pp. 3-15.
157. Pievani, T., *Prefazione all'edizione italiana*, in Wilson, E. O., *La conquista sociale della Terra*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2013, pp. XI-XVI.
158. Pinker, S., *Il puzzle natura-cultura*, MicroMega 4-2005 settembre, pp. 110-126.
159. Pinker, S. e Rose S., *Mente, cervello e libero arbitrio*, MicroMega-Almanacco di scienze 2009, pp. 168-179.
160. Pinotti, A., *Empatia. Storia di un'idea da Platone al postumano*, Editori Laterza, Roma-Bari, 2011.
161. Pinto Minerva, F., Gallelli, R., *Pedagogia e post-umano*, Carocci, Roma, 2004.
162. Racine, E., Bar-Ilan, O., Illes, J., *fMRI in the public eye*, Nature Reviews Neuroscience, 6, 159-164.
163. Ridley, M., *Il gene agile. La nuova alleanza tra eredità ed ambiente*, Adelphi, Milano, 2005.
164. Rivoltella, P. C., *Media education*, Editrice La Scuola, Brescia, 2005.
165. Rivoltella, P. C., *Neurodidattica*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2012.
166. Rodriguez, V., *The Teaching Brain and the End of the Empty Vessel*, Mind, Brain, and Education, Imbes, vol. 6, Number 4, December 2012, pp. 177-185.

167. Rose, S., *Il cervello del XXI secolo. Spiegare, curare e manipolare la mente*, Codice-Le Scienze, Torino 2005.
168. Rotzer, S., Kucian, K., Martin, E., von Aster, M., Klaver, P., Loenneker, T., *Optimized voxel-based morphometry in children with developmental dyscalculia*, *Neuroimage*, 39, 417-422, 2007.
169. Roussel, A., *Filosofia e società. Antologia tematica*, Armando editore, Roma, 1999.
170. Rovatti, P. A., *Etica minima*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2010.
171. Santerini, M., *Educazione morale e neuroscienze*, Editrice La Scuola, Brescia, 2011.
172. Schmidt, C., *Neuroeconomia*, Codice edizioni, Torino, 2013.
173. Schwartz, M. S., Fischer, K. W., *Useful Metaphors for tackling problems in teaching and learning*, *On campus*, 11 (1), 2-9, 2006.
174. Serpati, L., Loughan, A. R., *Teacher Perceptions of NeuroEducation: A Mixed Methods Survey of Teachers in the United States*, *Mind, Brain, and Education*, Imbes, vol. 6, Number 3, September 2012, pp. 174-176.
175. Serres, M., *Il contratto naturale*, Feltrinelli, Milano, 1991.
176. Skinner, B., *Scienza e comportamento*, FrancoAngeli, Milano, 1976.
177. Simoneschi, G., a cura di, *La dislessia e i disturbi specifici di apprendimento. Teoria e prassi in una prospettiva inclusiva*, *Annali della Pubblica Istruzione* 2/2010, MIUR, Roma, 2010.
178. Sousa, D. A., *Mind, Brain, & Education: Neuroscience Implications for the Classroom*, National Educational Service, 2010.

179. Spampani, F., *Razionalità e comportamento emotivo: una prospettiva*, Paper Dottorato in Scienze Cognitive XIX ciclo, Università degli Studi di Siena, a.a. 2003-2004.
180. Strauss, S., Ziv, M., *Teaching Is a Natural Cognitive Ability for Humans*, Mind, Brain, and Education, Imbes, vol. 6, Number 4, December 2012, pp. 186-196.
181. Taddei Ferretti, C., *Scienza cognitiva. Un approccio interdisciplinare*, Il Pozzo di Giacobbe, Trapani, 2011.
182. Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack, R. A., Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M., Gabrieli, J. D. E., *Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: Evidence from functional MRI*, PNAS, March 4, 2003, vol. 100, no. 5, pp. 2860-2865.
183. The Royal Society, *Brain Waves Module 1: Neuroscience, Society, Policy*, 2011.
184. Tokuhamma-Espinosa, T., *Mind, Brain, and Education Science*, W W Norton & Co. Inc, New York-London, N.Y., 2010.
185. Vallortigara, G., *Alla ricerca del 'life detector'*, MicroMega 7-2010, pp. 88-98.
186. Vanbinst, K., Ghesquière, P., De Smedt, B., *Numerical Magnitude Representations and Individual Differences in Children's Arithmetic Strategy Use*, Mind, Brain, and Education, Volume 6, Number 3, 129-136, 2012.
187. Vidal, F., *Historical considerations on brain and self*, in Battro, M. A., Fischer, K.W. and Léna, P. J., edited by, *The Educated Brain. Essays in Neuroeducation*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2011.

188. Wallnöfer, G., *Pedagogia interculturale*, Bruno Mondadori, Milano, 2000.
189. Weil, E., *Logica della filosofia*, Il Mulino, Bologna, 1997.
190. Weisberg, D. S., Keil, F., Goodstein, J., Rawson, E., Gray J. R., *The seductive allure of neuroscience as an explanation*, Journal of Cognitive Neuroscience, 2008 March; 20(3): pp. 470-477.
191. White, T. D., *'Sapiens' e gli altri 'generi umani'*, MicroMega-Almanacco di scienze 2012, pp. 17-32.
192. Wilson, E. O., *La conquista sociale della Terra*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2013.
193. Wood, B., *Antenati e parenti*, MicroMega-Almanacco di scienze 2012, pp. 33-53.
194. Wundt, M. W., *Compendio di psicologia*, in Mecacci, L., *Introduzione alla psicologia*, Laterza, Roma-Bari, 1994.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio e saluto Annamaria De Santis, Federica Cirulli e Domenica Fanelli, giovani colleghe del XXVI ciclo di dottorato, con le quali ho condiviso questi tre anni di studio. Spero che abbiano al più presto la possibilità di mettere a frutto la dedizione dimostrata e la preparazione maturata.

Ringrazio la prof.ssa Isabella Loiodice e tutti i docenti della Scuola di dottorato da lei diretta, per le stimolanti proposte didattiche e i preziosi consigli dispensati. Ringrazio, inoltre, la dr.ssa Manuela Ladogana, costante punto di riferimento e “ancora di salvezza” per noi dottorandi.

Un ringraziamento speciale va alla mia tutor, la prof.ssa Franca Pinto Minerva, un’istituzione per l’Università di Foggia, una pedagoga e una studiosa che, con la sua instancabile curiosità intellettuale, rappresenta un esempio e una guida per tutti.