



Le neuroscienze possono informare la didattica? Il parere degli esperti¹

Concetta Tino

Università di Padova

Monica Fedeli

Università di Padova

1. Introduzione

Oggi, nell'era della globalizzazione e della complessità sociale insegnare implica assicurare esperienze di apprendimento significative richiedendo, da un lato, una forte expertise del docente relativamente ai contenuti disciplinari, alla scelta dei materiali e delle strategie di insegnamento, dall'altro, la conoscenza sui modi di apprendere di studenti e studentesse. Proprio quest'ultimo aspetto di per sé richiama il collegamento dell'educazione e della formazione con altri ambiti disciplinari che possano guidare o quanto meno offrire importanti spunti di riflessione su come e perché operare alcune scelte didattiche, al fine di creare azioni didattiche e attività significative per studenti e studentesse.

I campi dell'educazione e della formazione trovano le loro fondamenta nelle teorie pedagogiche e andragogiche, ma sono stati anche frequentemente alimentati da altri saperi disciplinari tra i quali, solo per citarne alcuni, la Psicologia sperimentale, la Psicologia cognitiva, la Sociologia, la Filosofia. Negli ultimi decenni proprio il campo delle neuroscienze sembra essere diventato un altro ambito della conoscenza utile a supportare il difficile compito dell'insegnare, rafforzando il carattere transdisciplinare e complesso della didattica nella sua cornice multidimensionale: mentale, intellettuale, corporea, affettiva, relazionale, emozionale.

Tuttavia, proprio su questa possibilità si registrano in letteratura visioni diverse: una contraria, e in base alla quale i due campi del sapere dovrebbero rimanere completamente distinti, perché, per chi insegna, non è importante sapere in quale parte del nostro cervello si verificano i processi di apprendimento (cfr. Davis, 2004; Della Sala, 2009); un'altra, favorevole alla relazione tra i due campi del sapere, evidenziando come i risultati delle neuroscienze possono avere una particolare importanza per il settore dell'educazione e della formazione (cfr. Goswami, 2006), offrendo evidenze sui meccanismi dell'apprendimento e facilitandone la comprensione.

Sulla base di questa duplice visione, l'obiettivo dello studio è stato quello di dare voce agli specialisti nel campo delle neuroscienze ed esplorare direttamente il loro punto di vista.

2. Neuroscienze e educazione: due diverse posizioni

Nell'ultimo ventennio vi è stata una crescente analisi critica sui modi in cui le neuroscienze possono o non possono informare le teorie e le politiche educative e formative, oltre che le pratiche didattiche (Blakemore, Frith, 2005; Byrnes, 2001).

Nel 2007, durante una conferenza in Cile sull'educazione e lo sviluppo del cervello umano, un gruppo di scienziati aveva firmato una dichiarazione secondo la quale le neuroscienze non erano pronte a offrire delle linee guida a politiche e pratiche (James S. McDonnell Foundation,

¹ Concetta Tino ha scritto i paragrafi 2; 4. Monica Fedeli ha scritto i paragrafi 1; 3. Le due autrici hanno elaborato congiuntamente il paragrafo 5.



2007), evidenziando come fosse elevato il rischio di creare fraintendimenti nella lettura dei risultati. Nonostante questo evidente scetticismo sulla possibile relazione tra i due campi del sapere, molti studiosi hanno continuato a condurre ricerche interdisciplinari correlando lo studio dei processi neuronali con quelli realizzabili all'interno di un contesto formale dell'apprendimento quali i processi di lettura, quelli matematici o quelli legati alle abilità cognitive più complesse. Questo ha portato alla costituzione di due correnti opposte: una a favore della connessione tra educazione/formazione e neuroscienze (cfr. Antonenko, Davis, Wang, Celepkolu, 2019; Byrnes, Fox, 1998; Dahlstrom-Hakki, Asbell-Clarke, Rowe, 2019; Goswami, 2004; 2008; Homer, Ober, Rose, MacNamara, Mayer, Plass, 2019; Liu, Chiang, 2014; Mayer, 2017; Mercier, Bédard, 2013; Pickering, Howard-Jones, 2007; Zadina, 2015), l'altra a sfavore, impegnata a rendere sempre più netti e separati i confini tra i due ambiti (cfr. Della Sala, Anderson, 2012; Geake, 2008; Pickering, Howard-Jones, 2007).

Il fenomeno della 'neuromitologia', seppure osservato anche da coloro che sostengono la relazione tra i due campi del sapere, costituisce l'aspetto maggiormente impugnato dai sostenitori della corrente contraria. Infatti, il fenomeno è considerato come conseguenza della non corretta interpretazione dei risultati delle ricerche in ambito neuro-scientifico.

Gli aspetti più comunemente evidenziati da questi studiosi, e riconosciuti come vecchi e nuovi miti, fanno riferimento:

- al noto periodo critico dei 0-3 anni durante il quale si ritiene che si verifichi il massimo sviluppo del cervello umano a cui si pensa possa seguire uno sviluppo pressoché stabile; il fatto che possano essere presenti disturbi dell'apprendimento biologicamente determinati, oltre che definite differenze qualitative tra soggetto con o senza la diagnosi del disturbo (Howard-Jones, 2014);
- all'idea che noi solitamente usiamo solo il 10% del nostro cervello o che usiamo l'emisfero destro o sinistro semplicemente perché le neuroimmagini evidenziano maggiori o minori attivazioni di alcune aree del nostro cervello quando si svolgono alcuni tipi di attività;
- oppure, agli stili di apprendimento secondo cui l'apprendimento del soggetto dipende dal suo senso percettivo superiore (visivo, uditivo, cinestetico);
- o ancora, alla convinzione sulle intelligenze multiple (IM) secondo la quale l'apprendimento del soggetto è legato a una particolare funzionalità di una specifica abilità cognitiva. A tal proposito, Geake (2008) evidenzia come la divisione delle abilità cognitive nelle sette intelligenze multiple (logico-matematico, verbale, interpersonale, spaziale, musicale, corporea e intrapersonale) di Gardner non siano altro che la rivisitazione di quelle evidenziate da Platone 2500 anni prima, sulla base di una equilibrata costruzione dei curricoli che tenesse conto di sei aree (logica, retorica, aritmetica, geometria-astronomia, musica e danza) a cui altri avevano poi aggiunto la meditazione. La critica dei sostenitori di questa visione è legata al fatto che nessuna area funziona in maniera completamente separata dalle altre; anzi, ogni IM richiede elaborazione di informazioni sensoriali, memoria, lingua e così via, per cui, secondo l'autore non esistono intelligenze, ma piuttosto multiple applicazioni di un'intelligenza poliedrica.

Diversa invece è la visione di coloro i quali sostengono la possibilità di una relazione tra i due campi del sapere, proprio perché, sebbene a priori nessuna area delle neuroscienze sembra avere rilevanza per il mondo dell'educazione e della formazione, indirettamente, tutti i campi



delle neuroscienze e in modo particolare delle neuroscienze cognitive giocano un ruolo fondamentale. A tal proposito, si fa riferimento ad alcuni aspetti:

- alla ricerca sui neurotrasmettitori evidenziando come abbia portato alla commercializzazione di farmaci come potenziatori cognitivi;
- allo studio sui neuroni fetali dimostrando come figli di madri tossicodipendenti hanno generalmente problemi di apprendimento, e in particolare in ambito numerico (Goswami, 2008);
- agli studi che dimostrano come una parte della matematica sia un apprendimento di tipo linguistico, proprio perché è dimostrato che il processo di calcolo esatto attiva l'area laterale sinistra e il lobo frontale inferiore come per l'area linguistica (Dehaene et al., 1999).

Si tratta di interconnessioni tra le aree cerebrali che possono offrire importanti informazioni nel campo della didattica, come dimostrato anche da uno studio basato sui processi di connettività messi in atto da soggetti che avevano problemi di lettura. Questi soggetti, infatti, anziché attivare connessioni tra i sistemi linguistici dell'emisfero sinistro, hanno attivato quelle che interessano e che supportano la memoria di lavoro e il recupero della memoria nell'emisfero destro (Shaywitz, Shaywitz, 2005).

Un altro aspetto è la difficoltà di lettura che può essere diagnosticata in adulti e bambini con un ECG, rilevando il tempo di attivazione neuronale come momento in cui il cervello decide se leggere una parola reale o un nonsense; maggiore è il tempo di attivazione più alto è il rischio di avere il disturbo (Sauseng, Bergmann, Wimmer, 2004).

Altri elementi importanti identificabili nell'ambito delle neuroscienze cognitive sono:

- l'idea di apprendimento incrementale e basato sull'esperienza. Proprio per il fatto che il cervello sviluppa connessioni per decodificare l'esperienza diventa determinante per l'apprendimento, passando da semplici connessioni di cellule neuronali a complesse strutture cognitive come il linguaggio o la conoscenza causale. Questo ne descrive anche la plasticità cerebrale, caratteristica che dimostra come apprendere sia sempre possibile (Pantev et al., 1998);
- l'apprendimento come processo multisensoriale: nonostante alcune aree del cervello siano deputate a codificare specifiche informazioni, l'ambiente offre sempre esperienze multisensoriali. Questo comporta la presenza sempre costante delle diverse connessioni sensoriali generando, grazie alla ripetuta esperienza, una sorta di storico e memoria tra le connessioni neuronali; ecco perché alcune cellule neuronali si attivano anche quando una particolare informazione sensoriale risulta assente nell'esperienza (Goswami, 2008). Tutto questo porta a considerare che se l'acquisizione di conoscenze viene veicolata attraverso i diversi sensi, l'apprendimento risulta più solido, proprio perché basato su una fitta rete di connessioni e diverse strutture neuronali (James, 2007; Noesselt et al., 2007);
- l'apprendimento come processo sociale, insito nella stessa teoria del costruttivismo sociale secondo cui l'apprendimento non si realizza nella mente del soggetto, ma dipende dalle sue interazioni con il contesto grazie agli artefatti culturali presenti e utili per mediare la conoscenza (Vygostky, 1978). Questo processo sembra essere dimostrato dalla scoperta del sistema dei neuroni a specchio (Iacoboni, Molnar-Szakacs, Gallese, Buccino, Mazziotta, Rizzolatti, 2005), secondo cui agenti biologici si attivano non solo quando compiamo



un'azione, ma anche quando la vediamo compiere, sollecitando e interiorizzando la formazione di nuovi schemi mentali;

- la coniugazione tra cognizione e emozioni. Le tecniche di neuro-imaging hanno aiutato i ricercatori ad analizzare la natura dinamica della cognizione e dell'elaborazione delle emozioni con influenza sui risultati dell'apprendimento (Immordino-Yang, 2016). Nell'ambito delle neuroscienze l'evidenza dello stato emotivo è collegata alla risposta fisiologica che interessa tutte le attività del sistema neuronale centrale e del sistema neuronale autonomo come la frequenza cardiaca, la temperatura corporea e la velocità del flusso sanguigno (Ofen, Yu, Chen, 2016). Infatti, all'interno dei contesti di apprendimento la pressione e la tensione causano reazioni cerebrali fisiologiche e biologiche, producendo ormoni con effetti negativi sulla concentrazione di studenti/studentesse e sulla memoria a breve termine (Vogel, Schwabe, 2016). Questo avviene perché la corteccia orbito-frontale integra le informazioni cognitive ed emotive durante l'apprendimento tramite interazioni con strutture che sono principalmente coinvolte nell'elaborazione emotiva, come l'amigdala. Proprio le informazioni emotive sembrano avere un accesso privilegiato nel nostro cervello, sollecitandone l'attenzione, e quando sono negative, hanno la potenzialità di bloccare l'apprendimento (Cools et al., 2005).

3. Lo studio

La presenza in letteratura delle due contrastanti prospettive ha sollecitato l'interesse delle ricercatrici verso l'esplorazione del punto di vista di alcuni studiosi nel campo delle neuroscienze.

Lo studio è parte di una ricerca più ampia condotta all'università di Padova e guidata da due differenti obiettivi di ricerca: i) il primo finalizzato a investigare il punto di vista di alcuni esperti circa la possibilità di costruire una possibile partnership tra i campi dell'educazione/formazione e delle neuroscienze; ii) il secondo obiettivo è stato orientato all'analisi sulle percezioni degli studenti relativamente al loro modo di apprendere e delle strategie usate a supporto dell'apprendimento. Questa seconda traiettoria ha consentito di cogliere le connessioni dei dati con i risultati delle ricerche neuro-scientifiche.

Tuttavia, il presente contributo è stato focalizzato soltanto sui dati raccolti attorno al primo obiettivo di ricerca.

3.1. Partecipanti e metodo

La realizzazione dello studio ha richiesto un notevole investimento di tempo sia per l'identificazione di specialisti del settore in Italia e in Europa, sia per la spedizione delle mail di invito con relativa presentazione del percorso in atto. Dopo le numerose e-mail inviate tra giugno e ottobre 2019, solo sette studiosi hanno risposto positivamente all'invito: 2 inglesi (1 dell'Università di Edimburgo e 1 della Birkbeck, University of London) e 5 italiani (1 dell'Università di Padova, 1 dell'Università di Trento, 2 dell'Università di Parma, 1 dell'Università di Sassari).

Con l'adozione di un approccio qualitativo realizzato grazie alla stesura di un'intervista semi-strutturata, man mano che con i partecipanti esprimevano la loro disponibilità sono stati programmati orari e giorni. Le interviste sono state realizzate in presenza laddove è stato possibile, oppure tramite Skype. Con il consenso dei partecipanti le interviste sono state audio-registrate e successivamente trascritte in file digitali, per rendere poi possibile l'analisi



attraverso il software Atlas.ti che ha permesso di codificare e categorizzare le informazioni (Chiarolanza, De Gregorio, 2007).

L'intervista è stata sviluppata su tre principali macro-aree:

- Partnership neuroscienze-educazione/formazione
- Ruolo delle neuroscienze
- Elementi sull'apprendimento

4. Risultati

L'analisi dei risultati ha permesso di identificare quattro temi legati all'oggetto di studio (Tabella 1).

Tabella 1. Temi emersi sulla partnership educazione/formazione e neuroscienze

Tema 1	Le neuroscienze possono informare indirettamente la didattica, perché i dati delle ricerche hanno aiutato ad analizzare la dinamicità della cognizione e tutti quei fattori quali emozioni, memoria, linguaggio, promuovendo riflessioni sulla pratica per poi generare ricadute sui risultati dell'apprendimento.
Tema 2	Le emozioni svolgono un ruolo fondamentale nei processi di apprendimento.
Tema 3	La ripetizione è un processo che sostiene l'apprendimento di conoscenze e la memoria nel tempo.
Tema 4	Le neuroscienze non possono informare la didattica, poiché il loro oggetto di interesse è completamente diverso: il cervello. Dalla conoscenza del cervello non deriva strategia didattica.

Come in letteratura, i temi raccolti in Tabella 1 fanno emergere due pareri contrastanti: uno favorevole e uno sfavorevole. Il primo tema è emerso dal parere di quattro dei partecipanti coinvolti secondo i quali le neuroscienze possono indirettamente informare la pratica, aiutando i docenti sia a conoscere meglio il nostro cervello, le caratteristiche della memoria, le basi neuronali dell'attenzione e di quel carattere sociale del nostro cervello che biologicamente può essere descritto dalla presenza del sistema dei neuroni a specchio. Proprio i neuroni a specchio, scoperta rivoluzionaria nell'ambito delle neuroscienze, infatti, spiegano i partecipanti, rappresentano 'la fisiologia della nostra interazione con gli altri', consentono di comprendere l'esecuzione e l'osservazione di un'azione, permettendo di interiorizzare gli schemi motori. In tal senso, tale scoperta non solo fa da supporto a percorsi riabilitativi, ma offre spazi di riflessione sulla relazione sviluppo motorio, imitazione e apprendimento. Questo è un fenomeno collegato da alcuni partecipanti anche all'empatia, proprio perché: come afferma un partecipante:

[...] nel momento in cui io osservo lei fare qualcosa io ho una copia interna non solo visiva ma anche motoria e quindi nel momento in cui vedo lei giocare a tennis bene, la copia del suo movimento entra dentro di me. Noi abbiamo dentro di noi una serie di modelli che sono sia motori che emozionali. Quando io vedo qualcuno fare qualcosa, questo modello entra dentro di me; se questo modello è migliore del mio imparo.

Allo stesso principio dell'empatia, un partecipante collega la costruzione della relazione docente-studente, poiché essa, per essere efficace, è dipendente da un rapporto empatico tra i



soggetti attori del processo di insegnamento apprendimento, che permette a ciascuno di entrare nello “stesso stato dell’altro”.

Sempre in riferimento al primo tema, è stato evidenziato che anche l’apprendimento è influenzato da diversi fattori quali la relazione docente-studente, il ruolo dei contesti dell’istruzione, della comunità, della società e delle politiche, le neuroscienze si focalizzano su un’area specifica aiutandoci a comprendere i meccanismi che sottendono l’apprendimento, aiutandoci a migliorare i ‘learning outcome’, a ottimizzare le attività.

In modo specifico, un partecipante, ha messo in luce le diverse modalità attraverso le quali le neuroscienze possono informare la pratica didattica:

The first is an indirect route where neuroscience interacts with other fields and improves psychological theories, for instance about attention and memory and perception, creating new psychological theories; the improved psychological theories, then, interact with education. So obviously the relationship between education and psychology is much longer and psychology has been investigating learning and memory for many years. So, neuroscience has only really had a useful contribution maybe from the 1990s, where the new brain [...] methods allowed us to understand much more about what the brain was doing *in vivo*, rather looking at brain structure and looking at the effects of brain damage.[...] But there is also a direct route where neuroscience can give you a view of the brain as a biological organ. And a biological organ has certain biological needs and responds in certain ways to hormones, so you can think of issues such as nutrition and diet, aerobic fitness or you can think about the effects of stress hormones on the brain, [...]or you can think of some of the sort of basic non psychological functions in the brain such as sleep, and how sleep has to do with the consolidation of memories, and the interaction between the cortex and the hippocampus.

Il secondo tema emerso è quello legato alle emozioni come una delle componenti fondamentale dei processi di apprendimento, perché mescolandosi con le attività cognitive provocano reazioni cerebrali fisiologiche e biologiche, producendo sostanze chimiche con effetti sull’apprendimento, facilitandolo se sono positive, ostacolando se sono negative. In particolare, volendo spiegare la forte funzione regolativa delle emozioni rispetto alle nostre risposte, uno dei partecipanti ha affermato:

Alla base di tutto ciò che si apprende ci sono che le emozioni che generano risposte fisiologiche di tipo evolutivo all’ambiente; [...] per esempio se io ho paura avvengono nel mio corpo tutta una serie di cose: aumenta la frequenza cardiaca, aumenta la glicemia ecc. che biologicamente hanno la funzione di prepararmi o alla fuga o al combattimento.

Il terzo tema è legato alla capacità di mantenimento in memoria a lungo termine delle informazioni apprese, grazie alla ripetizione e al recupero delle informazioni. Infatti, in particolare uno dei partecipanti ha affermato:

[...] non meno di 120 lavori dimostrano che le prove di autovalutazione rinforzano la capacità di recupero a lungo termine, per cui se uno studente leggesse un testo e poi chiudesse questo testo e ripetesse quello che ricorda, ciò che ricorda immediatamente e che viene ripetuto verrà ricordato a distanza di un mese, di un anno e molto di più che se io gli faccio rileggere il testo più volte.



Questo, viene spiegato in particolare da due partecipanti i quali affermano che si tratta di un elemento interessante per l'apprendimento perché il processo di 'recupero' delle informazioni, inteso come ripetizione è stato a lungo criticato nei contesti formali dell'apprendimento, proprio perché è spesso considerato parte di un modello tradizionale di apprendimento/insegnamento, che sembra contrapporsi ai modelli correnti basati sulla creatività e sull'apprendimento per scoperta.

Il quarto tema emerso rispecchia la prospettiva contraria alla relazione neuroscienze-educazione/formazione, proprio perché, secondo tre dei partecipanti, oggetto di studio delle neuroscienze è il cervello e non l'apprendimento. Secondo questa prospettiva le neuro-immagini possono solo offrire indicazioni sulle aree coinvolte nello svolgimento delle attività, ma non possono fornire indicazioni sulla didattica. Tuttavia, uno dei partecipanti, pur sostenendo tale idea, ha affermato:

I colleghi che sostengono l'intervento delle neuroscienze nell'educazione basano il loro consiglio sui dati che derivano per esempio dal fatto che attraverso le neuro immagini si può capire meglio come funziona nell'encefalo il processo di lettura studiando persone con dislessia. Alcuni di questi dati sono importanti esempi e spiegano i diversi tipi di dislessia, permettono di verificare nei neuroni la familiarità per dislessia, cose molto interessanti. Ma quale impatto hanno mai avuto nell'insegnamento? [...] Il fatto che il soggetto faccia fatica a leggere che sia colpa di una vipera o di una diversità neuronale è totalmente irrilevante. Sicuramente l'insegnante deve attuare delle strategie per quel problema ma indipendentemente dalle neuro-immagini.

L'autore di questa affermazione ha affermato che si tratta di inferenze e non di dati e che ancora non si può parlare di una ricerca neuro-scientifica che informa l'educazione e la formazione.

A sostegno di tale opinione è la versione di un altro partecipante il quale afferma che:

[...] le neuro immagini sono state micidiali, perché hanno convinto gli stessi neuro scienziati che si poteva vedere il cervello al lavoro. Questo è falso perché quello che si vede è come si distribuisce il sangue che è in qualche maniera collegato all'attività celebrale, ma non si conoscono ancora i modi precisi per passare dalla distribuzione del sangue alla distribuzione delle attivazioni. Poi, con i metodi attuali si risponde alla domanda *dove* si verificano questi cambiamenti che interessa solo i neuro-scienziati ma non *come*, che interesserebbe tutti.

5. Discussioni e conclusioni

L'analisi dei dati raccolti ha registrato la presenza anche tra gli esperti di discipline neuro-scientifiche di due diverse posizioni, rispecchiando le due diverse prospettive rilevate in letteratura. Secondo una prima visione tutti i campi delle neuroscienze hanno la potenzialità di informare indirettamente il campo dell'educazione e della formazione promuovendo miglioramento della pratica didattica. Per sostenere tale versione si è fatto riferimento alla dinamica della cognizione e quindi alla memoria e all'attenzione, la prima sostenuta con il recupero delle informazioni, come ha affermato un partecipante: "per imparare noi dobbiamo continuamente tornare indietro, cioè ci dobbiamo interrogare, dobbiamo interrogare quello che già sappiamo. Questo tornare indietro ci aiuta a imparare"; l'altra (l'attenzione) sostenuta da basi neuronali e anche stimoli visivi e informazioni rilevanti.



Ancora, la scoperta dei neuroni a specchio che ci spiega come possiamo interiorizzare uno schema motorio grazie all'osservazione di un atto compiuto da altri. Fenomeno collegato da un partecipante anche allo sviluppo dell'empatia su cui si basa la relazione docente-studente. E ancora, il ruolo delle emozioni sull'apprendimento con conseguente reazione del sistema fisiologico e neuronale.

Non si tratta di alimentare la cosiddetta 'neuromitologia', ma piuttosto di apertura verso tutti quei saperi che possano informare i processi di insegnamento/apprendimento a sostegno di quella visione che ormai da tempo mira a superare la separazione tra mente- cervello- corpo, secondo una visione olistica del soggetto che apprende (Tino, Fedeli, Mapelli 2019). Infatti, i temi evidenziati da questa corrente di pensiero sono tutti aspetti che se analizzati attentamente trovano assonanza con alcuni principi chiave dell'educazione della formazione: la centralità dello studente e l'apprendimento sociale della conoscenza. Entrambi guardano al soggetto che apprende nella sua globalità, senza separare la dimensione biologica dalla mente, e considerando l'apprendimento un processo realizzabile in relazione al contesto sociale di riferimento, proprio perché anche il nostro cervello è un organo che si sviluppa e si modifica, attraverso attività sinaptica, grazie agli stimoli esterni che facilitano processi di elaborazione e di costruzione di nuove strutture mentali; che attiva i processi dinamici della memoria, grazie sia agli stimoli esterni sia alla valorizzazione e al recupero dell'esperienza e della conoscenza pregressa, con conseguente attivazione di connessioni tra corteccia frontale e corteccia posteriore. Il nostro cervello è allora un «social organ [...] and flourishes best within the context of social interaction» (Cozolino, Sprokay, 2006, p.13). Sono tutti aspetti, dunque che legano l'apprendimento del soggetto alla sua dimensione, corporea, esperienziale e quindi contestuale, oltre che emozionale, e che trovano riscontro nella letteratura a sostegno della relazione tra neuroscienze e educazione/formazione (cfr. Goswami, 2008; Iacoboni et al, 2005; Immordino-Yang, 2016; Vogel, Schwabe, 2016).

Una seconda visione è supportata da coloro che pensano che le neuroscienze studiano solo la biologia del cervello, e che sapere che vi è una maggiore attivazione di alcune aree cerebrali durante lo svolgimento di alcune attività, non possa generare nessuna informazione utile per chi insegna e fa didattica. Gli stessi però affermano che le neuro-immagini hanno fornito informazioni sul funzionamento dell'encefalo nei soggetti con dislessia, definendolo tuttavia, un risultato senza alcun impatto sull'insegnamento. In realtà, sappiamo bene che sia a livello politico sia a livello didattico sono state implementate azioni per supportare studenti e studentesse nel loro processo di apprendimento. Oppure, gli stessi hanno fatto riferimento, all'importanza degli studi sulla 'retrieval practice', secondo cui la ripetizione come autovalutazione della comprensione di una data informazione produce maggiore apprendimento rispetto allo studio creativo, basato sulla mappatura di concetti, anche perché gli studiosi affermano che recuperare la conoscenza immagazzinata nella propria mente coincide con l'atto di ricostruire la conoscenza stessa e migliora l'apprendimento (Karpicke, Blunt, 2011).

La complessità del cervello è basata sulla sua interconnettività coinvolgendo diverse aree cerebrali:

- memoria di lavoro (corteccia fronte-laterale);
- memoria a lungo termine (ippocampo e altre aree corticali);
- capacità decisionale (corteccia orbito-frontale);
- mediazione emozionale (sub-corteccia limbica e le aree frontali associate);



- sequenza di rappresentazione simbolica (lobi temporali e giro fusiforme);
- interrelazione concettuale (lobo parietale);
- prove concettuali e motorie (cervelletto)

Si tratta di interconnessioni sempre presenti nel nostro cervello per ogni tipo di contenuto da apprendere. Pertanto, conoscere come queste connessioni funzionano, e riuscire a far dialogare e collegare le scoperte di altri campi del sapere per meglio sostenere tale interconnettività non può che sostenere l'apprendimento.

Creare ambienti di apprendimento che possano offrire molteplici stimoli sensoriali, a secondo dei punti di vista, può o non può essere visto come modalità per rispondere ai diversi stili di apprendimento, ma sicuramente può coincidere con un approccio che facilita l'attivazione di diverse aree cerebrali e quindi l'interconnettività.

È certo che ancora molta ricerca necessita di essere condotta in questo campo, ma la costruzione di un dialogo tra le discipline interessate potrebbe essere seriamente pensata, ispirando quello che Geake e Cooper (2003) chiamano un olistico approccio bio-psico- sociale con implicazioni sui processi di apprendimento e le pratiche di insegnamento, proprio perchè: «Brain literacy empowers educators to meet diverse learner needs» (Walker, Hale, Annabel Chen, Poon, 2019, p.174).

Bibliografia

- Antonenko P. D., Davis R., Wang J., & Celepkolu M. (2019), "On the same wavelength: Exploring team neurosynchrony in undergraduate dyads solving a cyberlearning problem with collaborative scripts", *Mind, Brain, and Education*, 13(1): 4–13.
- Blakemore S. J., & Frith U. (2005), *The learning brain: Lessons for education*. Blackwell publishing, Oxford.
- Byrnes J. P. (2001), *Minds, Brains, and Learning*, The Guildford Press, New York,
- Byrnes J. P., & Fox N. A. (1998), "The educational relevance of research in cognitive neuroscience", *Educational Psychology Review*, 10(3): 297-342.
- Chiarolanza C., & De Gregorio E. (2007), *L'analisi dei processi psico-sociali. Lavorare con ATLAS.ti*. Roma: Carocci.
- Cools R., Roberts A. C., & Robbins T. W. (2005), "Serotonergic Regulation of Emotional and Behavioural Control Processes", *Trends in Cognitive Sciences*, 12 (1): 31–40.
- Cozolino, L., & Sprokay, S. (2006), "Neuroscience and adult learning", *The Neuroscience of Adult Learning: New Directions for Adult and Continuing Education*, 110, 81: 11.
- Dahlstrom-Hakki I., Asbell-Clarke J., & Rowe E. (2019), "Showing is knowing: The potential and challenges of using neurocognitive measures of implicit learning in the classroom", *Mind, Brain, and Education*, 13(1):30–40.
- Davis M. H. (2004), "Empathy: Negotiating the border between self and other. In L. Z. Tiedens & C. W. Leach (Eds.), *The social life of emotions* (pp. 19–42), Cambridge: Cambridge University Press.
- Dehaene S., Spelke E., Pinel P., Stanescu R., & Tsivkin S. (1999), "Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence", *Science*, 284: 970–974.
- Della Sala S. (2009), "The use and misuse of neuroscience in education" [Editorial], *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 45(4): 443.
- Della Sala S., & Anderson M. (Eds.). (2012), *Neuroscience in Education: The good, the bad, and the ugly*. Oxford University Press.



- Geake J. (2008), “Neuromythologies in education”, *Educational Research*, 50 (2): 123-133
- Geake J., & Cooper P. (2003), “Cognitive Neuroscience: implications for education?”, *Westminster Studies in Education*, 26(1): 7-20.
- Goswami U. (2006), “Neuroscience and education: from research to practice?”. *Nature reviews neuroscience*, 7(5): 406-413.
- Goswami U. (2008), “Principles of learning, implications for teaching: A cognitive neuroscience perspective”, *Journal of Philosophy of Education*, 42(3-4): 381-399.
- Goswami, U. (2004), “Neuroscience, education and special education”, *British Journal of Special Education*, 31(4): 175-183.
- Homer, B. D., Ober, T. M., Rose, M. C., MacNamara, A., Mayer, R. E., & Plass, J. L. (2019). Speed versus accuracy: Implications of adolescents’ neurocognitive developments in a digital game to train executive functions. *Mind, Brain, and Education*, 13(1), 41–52.
- Howard-Jones P. A. (2014), “Neuroscience and education: myths and messages”, *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12): 817-824.
- Iacoboni M., Molnar-Szakacs I., Gallese V., Buccino G., Mazziotta J. C., & Rizzolatti G. (2005), “Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system”, *PLoS biology*, 3(3).
- Immordino-Yang M. H., Yang X. F., & Damasio H. (2016), “Cultural modes of expressing emotions influence how emotions are experienced”, *Emotion*, 16(7): 1033-1039.
- James K. H. (2007), “Perceptual-Motor Interactions in Letter Recognition: fMRI Evidence”, Paper presented at the Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development, Boston, MA, 29 March–1 April 2007
- James S. McDonnell Foundation, (2007), *The Santiago Declaration* [online], <https://www.jsmf.org/santiagodeclaration/>.
- Karpicke J. D., & Blunt J. R. (2011), Response to comment on “retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping”. *Science*, 334(6055): 453-453.
- Liu, C. J., & Chiang, W. W. (2014). Theory, method and practice of neuroscientific findings in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(3), 629-646.
- Mayer R. E. (2017), “How can brain research inform academic learning and instruction?”, *Educational Psychology Review*, 29(4): 835-846.
- Mercier J., & Bédard M. (2017), “An educational neuroscience perspective on tutoring: To what extent can electrophysiological measures improve the contingency of tutor scaffolding and feedback?” *Themes in Science and Technology Education*, 9(2): 109-125.
- Noesselt T., Rieger J., Schoenfeld M., Kanowski M., Hinrichs H., & Driver J. (2007), “Audiovisual Temporal Correspondence Modulates Human Multisensory Superior Temporal Sulcus, Plus Primary Sensory Cortices”, *Journal of Neuroscience*, 27 (42), 11431–11441.
- Ofen, N., Yu, Q., & Chen, Z. (2016), “Memory and the developing brain: are insights from cognitive neuroscience applicable to education?”. *Current opinion in behavioral sciences*, 10: 81-88.
- Pantev C., Oostenveld R., Engelien A., Ross B., Roberts L. E., & Hike M. (1998), “Increased Auditory Cortical Representation in Musicians”, *Nature*, 393: 811–814.



- Pickering S. J., & Howard-Jones P. (2007), “Educators’ views on the role of neuroscience in education: Findings from a study of UK and international perspectives”, *Mind, Brain, and Education*, 1(3): 109-113.
- Sauseng P., Bergmann J., & Wimmer H. (2004), “When Does the Brain Register Deviances from Standard Word Spellings? An ERP Study”, *Cognitive Brain Research*, 20: 529–532.
- Shaywitz S. E. & Shaywitz B. A. (2005), “Dyslexia (Specific Reading Disability)”, *Biological Psychiatry*, 57: 1301–1309.
- Tino, C., Fedeli, M., & Mapelli, D. (2019). Neurodidattica: uno spazio dialogico tra saperi per innovare i processi di insegnamento e apprendimento. *RESEARCH TRENDS IN HUMANITIES Education & Philosophy*, 6, 34-43.
- Vogel S., & Schwabe L. (2016), “Learning and memory under stress: implications for the classroom”. *npj Science of Learning*, 1:1-10.
- Vygotsky L. (1978), *Mind in Society*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Walker Z., Hale J. B., Annabel Chen S. H., & Poon K. (2019), “Brain literacy empowers educators to meet diverse learner needs”, *Learning: Research and Practice*, 5(2): 174-188.
- Zadina J. N. (2015), The emerging role of educational neuroscience in education reform. *Psicología Educativa*, 21(2): 71-77.