

Linee di interazione tra formazione e neuroscienze cognitive in direzione applicativa

Lines of interaction between training and cognitive neuroscience in application direction

Luisa Salmaso^a

^a MIUR Istruzione, lusal@libero.it

Abstract

Le Scienze della Formazione richiedono processi di approfondimento in ottica interdisciplinare, auto-riflessiva e di evidence-based research (Calvani, 2011; 2012a; 2012b; Margiotta, 2012; Trincherò, 2002; 2015) per superare, nei meta-linguaggi adoperati in alcuni luoghi di elaborazione teorica, l'oscillazione, che può essere considerata di stallo, tra una concezione di tipo critico-fenomenologico e una di tipo formalista-scientista (Minello & Margiotta, 2011). In questo lavoro vengono proposte alcune possibili linee di interazione tra formazione e neuroscienze cognitive, in direzione applicativa e di ricerca.

Parole chiave: formazione; neuroscienze cognitive, linee applicative

Abstract

Education Sciences require interdisciplinarity, self-reflective processes and evidence based research (Calvani, 2011; 2012a; 2012b; Margiotta, 2012; Trincherò, 2002; 2015) to overcome the oscillation, considered stalemate, between two types of conceptions: critical-phenomenological and formalist-scientist of the meta-language referred to some theoretical lines (Minello & Margiotta, 2011). In this paper, we present some lines of interaction between education training and cognitive neuroscience, in the direction of application and research.

Keywords: training; cognitive neuroscience; application lines

1. Introduzione

Nel panorama degli studi e della pratica educativa in Italia sono ancora scarsamente diffusi i lavori di ricerca che, partendo da studi di neuroscienze cognitive, provano a incrociare il vasto patrimonio di studi e di pratiche formative e socio-culturali, consentendo, in questo modo, la presa in carico di implicazioni importanti per l'apprendimento e l'istruzione; inoltre, durante la quotidiana pratica di insegnamento, non sembrano adeguatamente considerate, conoscenze e applicazione di risultati derivati dalle ricerche in ambito neuroscientifico sia in direzione di indirizzo applicativo, sia teorico, nemmeno in fase di formazione iniziale di insegnanti e formatori. Alla base di queste difficoltà possono essere individuate alcune cause. Una parte di esse sono epistemologicamente giustificabili, in quanto rientranti nel dibattito scientifico nazionale e internazionale, tuttora in corso, che pone alcuni snodi critici relativi a quali siano le modalità con cui le neuroscienze possano contribuire a dare indicazioni utili sulle azioni da compiere per ottimizzare le pratiche didattiche e di insegnamento, senza cadere in dannosi riduzionismi e mitizzazioni o sovrapposizioni con i contributi già ampiamente apportati dalla psicologia cognitiva, dalla psicologia dello sviluppo e dell'apprendimento, peraltro, neppure questi ultimi ancora sempre diffusi e adeguatamente implementati nei nostri contesti scolastici (APA 2015; Benassi, Overson & Hakala, 2014; Bowers, 2016; Bruer, 2016; Della Sala, 2016; Fisher & Daley, 2007; Geake, 2008; 2016; Goldman & Pellegrino, 2015; Kirshner, 2017; Murphy & Benton, 2010; Piccolino, 2008; Rivoltella, 2011). Altre cause, tuttavia, sono riconducibili a chiusure di settore e a fattori limitanti di tipo economico-culturale, che necessitano nuovi investimenti per essere superati, infatti, sono ormai numerosi gli studi che considerano il contributo delle neuroscienze cognitive come particolarmente efficace qualora venga considerato "ponte" interdisciplinare verso aree propriamente educative e se collocato in uno sfondo di interdipendenza virtuosa, in quanto capace di sollecitare alcune domande costitutive da parte dei vari settori scientifici coinvolti nelle ricerche e nelle pratiche formative. Dimostrazioni di buoni risultati in questa direzione si sono già rilevati in alcuni ambiti di ricerca: attivazioni neurali alla base di processi di apprendimento; indicatori neurali di rischio per lo sviluppo (es: disturbi dell'autoregolazione, funzioni esecutive); problemi che non hanno trovato soluzioni efficaci dal punto di vista esclusivamente cognitivo o comportamentale (Beatty, Benedek, Silvia & Schacter, 2016; Mason 2009; Olivieri, 2014). A fronte di queste rilevazioni, Berninger e Todd (2002, citato in Murphy & Benton, 2010) hanno individuato negli insegnanti che applicano le neuroscienze cognitive al loro insegnamento le seguenti abilità cruciali:

1. riconoscono che il cervello pone vincoli di apprendimento (ad esempio, anomalie cerebrali o differenze neuroanatomiche) e che il cervello cambia come risultato dell'apprendimento;
2. sanno che l'apprendimento è caratterizzato da "percorsi di apprendimento alternativi" nel cervello, pertanto, a seconda dello studente, ci può essere più di un modo efficace per insegnare o per imparare;
3. apprezzano i risultati di apprendimento degli alunni con diversi livelli cognitivi e si aspettano, realisticamente, che tutti possano raggiungere un buon livello di prestazione in un dato dominio;
4. costruiscono progetti di istruzione e di valutazione in modalità multipla e complessa, perché sanno che il cervello rappresenta le informazioni in diversi codici e che l'apprendimento è un processo lungo e complicato;
5. si sentono maggiormente responsabili delle loro azioni, sapendo che la ricerca attuale rinforza l'idea che l'apprendimento è una funzione interattiva tra natura e

cultura: i processi cerebrali sono plastici, modificabili in risposta alle istruzioni, che esercitano influenza notevole;

6. possono aiutare ad educare, in sinergia con figure istituzionali del mondo accademico e sociale, i responsabili politici e gli amministratori.

2. Applicazioni formative dalle neuroscienze: un nodo critico

Al momento attuale, abbiamo un panorama di ricerche che hanno evidenziato la possibilità di osservare i correlati neurofisiologici dei processi mentali, ma le applicazioni formative dirette e i dispositivi educativo-didattici, adeguati per il loro sviluppo nei contesti reali di vita, sono più raramente evidenti, sebbene, come richiamano anche Murphy e Benton (2010), alcuni scienziati (Diamond, Barnett, Thomas & Munro, 2007; Posner & Rothbart, 2000; Powell & Carey, 2017; Raver et al., 2011; 2013) abbiano presentato dati convincenti su alcune applicazioni derivate da ricerche delle neuroscienze cognitive (ad esempio controllo attenzionale, autoregolazione, teoria della mente), adatte per essere implementate a scuola. Questo rimanda allo scarso investimento in figure e azioni di ricerca-applicativa o formativa a livello intermedio e di raccordo, che, invece, permetterebbe una buona reciprocità tra il mondo accademico della ricerca di base e i mondi della ricerca applicata, quindi, non solo facilitando il miglioramento didattico, ma anche la preparazione stessa degli scienziati, che potrebbero avere a disposizione domande, problemi e proposte maggiormente rilevanti e pertinenti per le loro ricerche. Un interessante esempio a riguardo viene proprio da uno studio di neuroimmagine sull'elaborazione cerebrale di bambini impegnati ad esercitare funzioni esecutive (Molfese et al., 2010) in cui sono stati confrontati i risultati di uno strumento economico di misurazione (a basso costo e di facile somministrazione) e uno più costoso (neuroimmagini), riscontrandone la sostanziale equiparabilità e quindi fornendo un esempio di come gli strumenti neuropsicologici più complessi possano essere utilizzati per attraversare e convalidare i risultati di semplici alternative a basso costo e più ecologiche. Come evidenziato da Baker, Salinas e Eslinger (2012), un set spesso sottovalutato di risultati, nel corso degli ultimi settant'anni, ha rilevato la possibilità che quanto avviene nella scuola abbia un'influenza sullo sviluppo neurocognitivo, questo sembra particolarmente vero per alcune abilità collegate alle *literacy* (ad esempio la lettura, la matematica), ma anche a funzioni più complesse (ad esempio le esecutive, di teoria della mente), che forniscono risorse di dominio generale per la pianificazione, l'organizzazione, la memoria di lavoro e l'integrazione di esperienze, conoscenze e competenze verso comportamenti *goal-directed*. Ci sono ormai numerose prove su come memoria di lavoro, controllo inibitorio, processi di attenzione-shifting, componenti dei processi decisionali e di problem solving, siano potenziati dall'esposizione a processi di istruzione e formazione scolastica (Ardila et al., 2010; Diamond & Lee, 2011; Lillard et al., 2017; Lipsey et al., 2014; Nisbett, 2009). Anche se i bambini entrano nella scuola con diversi livelli di potenziale genetico, di intelligenza e risentono delle influenze della genitorialità (Ardila, Rosselli, Matute & Guajardo, 2005), tuttavia, quali che siano le caratteristiche di ingresso, se essi sono immersi in un programma strutturato e sostenuto da un buon ambiente di apprendimento, che assegna priorità alle capacità cognitive, si rileva un miglioramento delle stesse (Diamond & Lee, 2011; Lillard, 2017; Lillard et al., 2017; Moriguchi, Zelazo & Chevalier, 2016; Vernon-Feagans, Willoughby, Garrett-Peters & Project, 2016; Zelazo, 2013; Zelazo, Blair & Willoughby, 2016). E questo era stato sperimentato anche con gli adulti, già negli anni Trenta del secolo scorso, da Lurija e Vygotskij (Vygotskij, 1974; 1978): adulti con una certa esposizione scolastica formale mostravano maggiore propensione ad utilizzare l'astrazione cognitiva e il ragionamento

per risolvere nuovi problemi, mentre gli adulti non scolarizzati tendevano a fare affidamento sulla loro esperienza concreta, anche a rischio di trovare una soluzione errata. Analogamente, nella prima metà dello scorso secolo, un'importante meta-analisi di oltre cinquanta studi che utilizzavano osservazioni di tipo naturalistico, confronti statistici post hoc e analisi cohort-sequential, ha concluso che vi è una stabile e robusta associazione tra la valorizzazione di abilità cognitive e i contesti scolastici (Ceci, 1991 – citato in Baker et al., 2012). Richiamiamo, inoltre, la fondamentale importanza e il ruolo centrale della plasticità neurale: il cervello con il suo enorme numero iniziale di sinapsi, il suo potenziale di plasticità e la sua naturale propensione per l'apprendimento, appare biologicamente innescato per *esuberanza* (una sovrabbondanza di possibili connessioni) e *potatura sinaptica*, processi attraverso cui le connessioni sono rafforzate ed elaborate in un insieme di reti complesse, mediante l'uso e il rinforzo, soprattutto nelle interazioni sociali e in ambienti ricchi della vita quotidiana, mentre altri sono competitivamente potati (Baker et al., 2012). Anche se gli eventi biologici possono incidere su vari aspetti dell'organizzazione cerebrale (aumento della mielinizzazione, degli assoni, del tasso metabolico cerebrale locale, cambiamenti elettrofisiologici, modelli di coerenza dovuti alla fase di sincronia tra regioni spazialmente disperate per altri processi), questi possono essere funzionalmente connessi agli effetti della esposizione ambientale e all'uso funzionale, cioè, ad attività dipendenti dalla plasticità neurale (Baker et al., 2012; Merzenich, 2011). La natura interattiva dello sviluppo di funzioni complesse, che non è, dunque, automatico e pre-programmato, ma particolarmente sensibile ai fattori contestuali collegati alla stessa complessità esperienziale (Fields, 2005), è ormai evidenziata da numerosi studi, che dimostrano come il cervello riesca a sviluppare nuove connessioni, in risposta alle esperienze svolte; ad esempio, processi qualificanti di tipo linguistico e comunicativo compiuti dagli adulti promuovono diversi processi di autocontrollo nei bambini (Barkley, 1998; Blair, 2002; Blair & Willoughby, 2013; Blair Raver & Berry, 2014; Hinnant, Nelson, O'Brien, Keane, & Calkins, 2013; Raver et al., 2011) ed esperienze strutturate con buon grado di complessità incrementano funzioni complesse (Hashimoto et al., 2004; Rueda, Checa & Combata, 2012). Dunque, è sempre più ipotizzato dalla letteratura di settore un legame fondamentale tra istruzione e plasticità cerebrale, soprattutto per quanto riguarda gli effetti specifici sul cervello a seguito di processi formativi o di acquisizione di competenze (Blair & Raver, 2016; Cameron et al., 2015; Draganski et al., 2006; Heckman & Kautz, 2012; Maguire, Woollett & Spiers, 2006; Supekar, Musen & Menon, 2009; Taubert et al., 2010). Inoltre, tale legame può anche essere visto come operazionalizzabile, attraverso paradigmi per l'esercizio e la valutazione di attività dipendenti dalla plasticità cerebrale. A tale proposito portiamo ad esempio due studi rilevanti in ambito internazionale che, utilizzando disegni randomizzati e controllati, hanno dimostrato con forti evidenze sperimentali un incremento delle Funzioni Esecutive in età evolutiva a seguito di training in ambito scolastico: uno studio di Diamond e colleghi (2007) e uno studio di Raver e colleghi (2011); entrambi questi studi riguardano l'età prescolare e hanno richiesto un impegno di risorse notevole, possibile in paesi che prevedono investimenti consistenti in queste direzioni, inoltre, soltanto lo studio di Raver e collaboratori riesce a dimostrare che l'incremento di tali funzioni neuropsicologiche, anche sul lungo periodo, è direttamente mediato dagli effetti di un curriculum scolastico: il Chicago School Readiness Project (CSRP), centrato sullo sviluppo di abilità di *readiness* per bambini a rischio, attraverso dispositivi di autoregolazione. Queste tipologie di studi sono in grado di costituire una base forte per dimostrare un ruolo causale diretto tra lo sviluppo di funzioni neuropsicologiche – attraverso percorsi formativi – e gli effetti in successi scolastici o in altri ambiti di vita, permettendo un incremento sostanziale delle conoscenze teoriche del settore e una guida per le policy formative, tuttavia, come evidenziano gli autori Blair e Razza (2007), Blair e

Raver (2016) e Willoughby et al. (2012a; 2012b), c'è da tenere presente che, secondo queste prospettive, per avere dimostrazioni forti sono necessari studi complessi che prevedano modelli sperimentali longitudinali al fine di controllare l'effetto sia della modificazione nel tempo, sia delle variabili intervenienti o correlate. Possiamo, comunque, ipotizzare che aumentando anche gli studi di tipo analitico, volti a indagare relazioni tra funzioni neurocognitive e risultati specifici in diversi aspetti del processo formativo (Espinet, Anderson & Zelazo, 2013), sia di tipo contestuale (ad esempio: la strutturazione di ambienti), sia di tipo metodologico (ad esempio: processi e dispositivi formativi qualificati), si possa contribuire alla validazione di modelli più generali, quindi, nella nostra prospettiva, gli studi con evidenze sperimentali robuste, possono costituire una guida dello stato dell'arte in questo settore di ricerca, nonché una base di riferimento per la costruzione di panel di studio più contestualizzati. Gli studi citati supportano alcune implicazioni importanti per la ricerca, la formazione e l'istruzione (Baker et al., 2012):

1. formazione e sviluppo di abilità sono associati a cambiamenti neurali; rimane l'interrogativo, ancora aperto, se si tratti solo di cambiamenti specifici o anche maggiormente generalizzati e generalizzabili. Ad esempio, Ardila et al. (2010) hanno rilevato che l'istruzione formale non si limita a dotare una persona di una conoscenza, ma più in generale, permette di estendere l'ampiezza e la profondità della cognizione di là della conoscenza specifica, così come alcune tipologie di azioni formative complesse (ad esempio, la lettura) permettono non solo l'amplificarsi delle potenzialità di acquisizione delle informazioni, ma costituiscono un veicolo per altre importanti abilità specifiche (es: fonologica, grammaticale e sintattica), per operazioni cognitive formali o superiori (ad esempio quelle ermeneutiche, logiche, concettuali) e sociali (pragmatiche). Anche i nostri studi (Salmaso, 2011; 2012; 2015a; 2015b) su un dispositivo narrativo a valenza enattiva (Rossi, 2011), sembrano avere contribuito a queste evidenze, mostrando un incremento in alcune componenti delle Funzioni Esecutive a seguito di un percorso formativo attuato in un contesto scolastico;
2. gli effetti cerebrali sono già attualmente rilevabili, soprattutto in tempi relativamente brevi, a seguito di interventi svolti, rimangono ancora aperti molti interrogativi sugli effetti a lungo termine e il mantenimento degli eventuali miglioramenti a livello neuronale;
3. la necessità di disporre di diversi e mirati parametri formativi per promuovere gli effetti di plasticità cerebrale, in relazione ai diversi fattori neurocognitivi e di apprendimento conseguenti alle variabilità individuali (es. disabilità ed eccellenze, diversità di stili o di esperienze pregresse);
4. la necessità di individuare con maggiore precisione le finestre evolutive di intervento e di sviluppo, tenendo conto dei diversi studi che evidenziano effetti neuronali e cognitivi diversi, a seconda del periodo di applicazione formativa; ormai sembra confermato un trend di sviluppo neurocognitivo, che parte da età molto precoci e continua ben oltre l'adolescenza, notevolmente influenzato dai contesti ambientali e di istruzione (Butterworth, Varma & Laurillard, 2011; De Smedt et al., 2011; Duncan, Emslie, Williams, Johnson & Freer, 1996; Hughes, 2011; Ischebeck, Zamarian, Egger, Schocke & Delazer, 2007; James, 2010; Supekar et al., 2009);
5. capire meglio cosa insegnare, come insegnare e quando insegnare ai diversi soggetti.

3. Posizionamenti pedagogici italiani

Visalberghi (1986), già negli anni Ottanta del secolo scorso in Italia, considerava una pedagogia, intesa come corpo normativo preposto all'azione educativa concreta, che doveva realizzare rapide sintesi di conoscenze attuali provate e rilevanti, facendo delle scelte orientate a lucidità, esplorazione, euristica, progettazione, quindi, educare al cambiamento nella direzione di una *pratica educativa*, dove potevano concretizzarsi insegnamenti sequenziali e strutturati per un allievo partecipe dei risultati scientifici, che andasse a compiere attività di tipo euristico e socializzato, dentro a una epistemologia della complessità. Analogamente, qualche anno prima, un'altra studiosa del settore, la psicopedagogista Metelli di Lallo (1966), aveva preceduto queste linee, indicando con lungimiranza prospettica tre punti, che, superato il linguaggio dell'epoca, risultano salienti ancora oggi per uno schema di riferimento propositivo: una spiegazione della condotta infantile qualificata scientificamente; una definizione di obiettivi di progresso sociale, considerati determinanti per direzionare l'attività educativa; una messa a punto di dispositivi didattici per rendere operazionalizzabili i processi di trasmissione tra gli esiti degli accertamenti psicologici e il successo della impresa educativa, sia dentro, sia oltre la scuola.

Quindi, già oltre mezzo secolo fa veniva proposta una direzione trasformativa dei costrutti teorico-pratici della Pedagogia, considerandola capace di integrare razionalmente i molteplici aspetti di esperienza individuale e sociale nella valorizzazione di due funzioni vitali, creatività e capacità programmatica, costitutive della persona. (Margiotta, 2007). Attraversando molteplici dialettiche (critiche, radicali-razionaliste, tecniche) e revisioni delle linee teorico-applicative, anche di tipo ideologico e scienziato, attualmente, le Scienze della Formazione sembrano direzionarsi verso uno sfondo progettuale che, attraverso proprie ontologie, procedure metodologiche e dispositivi disciplinari, comprenda un'attenzione precipua al "sapere apprendere" in tutto l'arco di vita, "come progetto che dà forma all'azione, in quanto la formazione stessa deve essere intesa come analitica ed ermeneutica all'azione" (Minello & Margiotta, 2011, p. 141). La domanda di Visalberghi sugli aspetti poetici della pedagogia si declinava in una direzione di pratica problematizzata per costruire dispositivi efficaci: l'intenzionalità dell'impegno pratico avrebbe conferito unità pragmatica e funzionale al complesso della Enciclopedia Pedagogica, inoltre, riferimenti molteplici estesi a ricerche sul campo, connessi dialetticamente tra loro e con la prassi didattica, coinvolgendo i settori disciplinari diversi, avrebbero permesso un approccio globale ai problemi. Maggiormente oggi, per capire l'educativo-formativo è necessario mettere in sinergia tutte le scienze umane, infatti, essendo la dimensione formativa caratterizzata da multidimensionalità, solo mediante un confronto epistemico plurale e una elaborazione costruttiva di schemi di analisi di categorie e progettuali è possibile giungere ad una modificazione profonda della persona umana e della sua esistenza (Minello & Margiotta, 2011). La prospettiva deweyana (1978, 1984, 1986) sottolineava la potenzialità speciale delle Scienze Pedagogiche per la presa in carico piena della complessità dei problemi, ai fini di costruire un retroterra critico; su questa linea viene considerato fondamentale recuperare gli strumenti interpretativi, mediante rappresentazioni plurime e spazi semantici, in luoghi e ambienti dove sia possibile condividere concettualizzazioni costitutive, che possano offrire soluzioni a problemi comuni; i campi specifici del sapere pedagogico possono, quindi, diventare laboratorio in cui il valore euristico della loro problematicità epistemologica venga elaborato, declinato, e messo alla prova, permettendo così un perenne equilibrio tra empirismo e scientificità per una libertà esperienziale (Minello & Margiotta, 2011). Visalberghi (1986), coerentemente con la situazione di ampia fioritura scientifica della Psicologia Evolutiva, che si presentava

nei primi anni Ottanta del secolo scorso in Italia e che continua tuttora, integrata da ulteriori sviluppi in ambito più prettamente neuroscientifico, sottolineava il difficile rapporto tra Psicologia ed Educazione, identificato nella mancanza di una mediazione organica, sia sul piano della identificazione dei problemi, sia su quello della verifica delle proposte, il rischio è che ancora oggi, nel panorama italiano, la ricerca in ambito formativo si limiti a recuperare evidenze già molto note in ambito neuropsicologico o della Psicologia dell'Apprendimento, svolgendo più un ruolo ancillare di divulgazione, che di ricerca originale e propositiva, dentro una dimensione sperimentale in ottica interdisciplinare. Chiusure corporative di settore, disattenzione all'utilizzazione di dottori di ricerca e di specialisti con formazioni plurime e integrate, che, seppure rari, sono presenti anche nel nostro Paese, nulli o scarsi investimenti specificatamente dedicati a questi filoni di indagine, stanno dissipando anni di alta formazione e di studi, oltre che uno sviluppo significativo della ricerca italiana, sia in ambito nazionale, che internazionale. Minello e Margiotta (2011), attualmente, individuano il mutato scenario di nuove metodologie, di nuove gerarchie di saperi, di nuovi significati ibridati sottostanti al costrutto di *nomadismo concettuale* e propongono, quindi, di attraversare e superare la ricerca in prospettiva materialista, per avviarsi verso nuove prospettive: una possibile via è individuata nello sviluppo condiviso dell'esperienza di apprendimento attraverso la molteplicità di processi formativi autopoietici, caratterizzati da una precisa pratica organizzativa di tipo metacognitivo-critico e da un'epistemologia della complessità. La pedagogia contemporanea, dunque, non può richiedere solo un approfondimento delle sue motivazioni sottostanti in ottica auto-riflessiva, interdisciplinare ed evidence-based (Calvani, 2011, 2012a, 2012b; Margiotta, 2012; Trincherò, 2015), al fine di superare l'oscillazione, che, nei meta-linguaggi adoperati in alcuni luoghi di elaborazione teorica, può essere considerata di stallo tra una concezione di tipo critico-fenomenologico e una di tipo formalista-scientista (Minello & Margiotta, 2011). Si rendono necessari nuovi investimenti di ricerca applicativa attuata con equipe interdisciplinari in diretta interazione con i contesti scolastici e formativi, valorizzando soprattutto la dimensione *interstiziale*, che, come richiamava già Metelli di Lallo (1966), risulta più adatta a coltivare una feconda innovatività, attraverso l'emersione di quesiti complessi, non ancora sufficientemente esplorati e percorsi dalla ricerca sperimentale.

4. Presupposti prospettici

I nostri studi sperimentali recenti (Salmaso, 2015a; 2015b), attuati dentro i contesti scolastici, sono stati resi possibili dall'incontro interdisciplinare di tre settori potenzialmente complementari: formazione, narratologia, neuropsicologia. Autori classici della storia della psicologia e della pedagogia, come James, Dewey e Bruner ritenevano, già ormai un buon numero di anni fa, che questo incontro potesse rappresentare una nuova frontiera, capace di offrire opportunità di sviluppo per il presente e il futuro delle nuove generazioni; alcuni studiosi attuali di Psicologia dell'Educazione (Murphy & Benton, 2010) sottolineano quanto, invece, le speranze di quegli autori siano state fondamentalmente disattese, poiché, a fronte di una importante e vastissima letteratura empirica, relativa ai vari aspetti dell'apprendimento, tuttavia, molte domande rimangono ancora irrisolte, richiedendo nuove metodologie per lo sviluppo della elaborazione cognitiva e per una maggiore comprensione dei meccanismi complessi che intercorrono tra mente e cervello. Una linea di lavoro e di indagine che veda l'incrocio della neuropsicologia con la formazione, secondo il modello interattivo da noi prospettato (Figura 1) e già messo con successo a prova di evidenza sperimentale (Salmaso, 2015),

crediamo possa offrire un contributo in questa direzione, considerando tale incrocio, un potenziale spazio conoscitivo scientifico e metodologico, utile soprattutto per coloro che operano nei contesti formativi e scolastici, che possono ricavare una più profonda e significativa comprensione dei processi di apprendimento dei loro studenti, anche al fine di costruire migliori percorsi didattici.

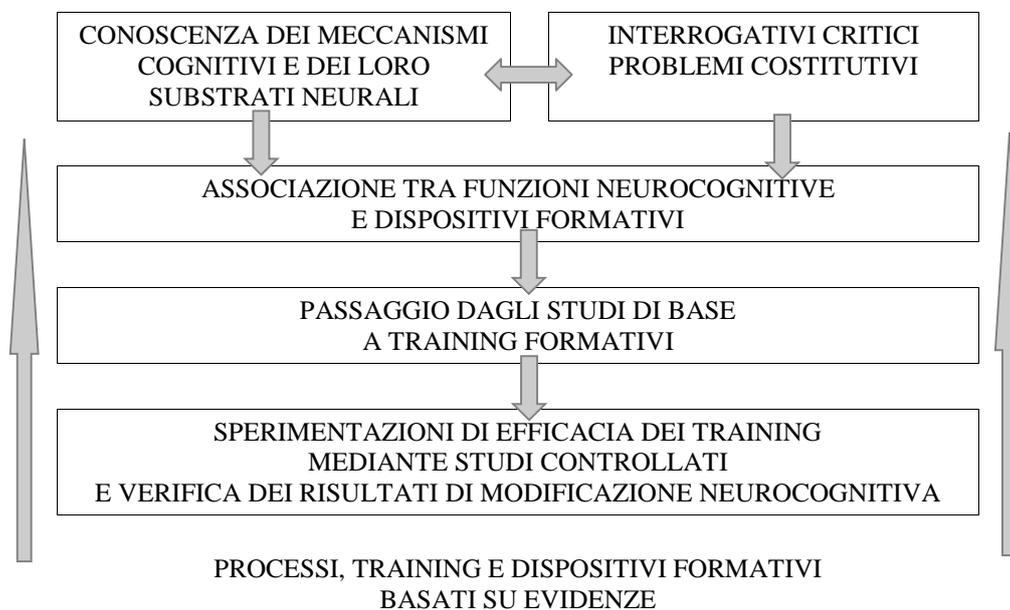


Figura 1. Modello interazionale per l'elaborazione di training formativi evidence-based ai fini della modificabilità neurocognitiva (Salmaso, 2015, p. 324).

Coerentemente con il nostro studio, che ha evidenziato buoni risultati dalla interazione tra differenti discipline, e con le osservazioni di Murphy e Benton (2010), riteniamo che il vero progresso in questa frontiera richieda una pianificazione innovativa, con collaborazioni interdisciplinari tra ricercatori impegnati nella ricerca educativa-formativa, neuroscienziati e psicologi dell'educazione, in equipe di ricerca appositamente costituite e finanziate, prevedendo di utilizzare proficuamente l'esperienza di coloro che, anche in Italia, si sono già posizionati su questa frontiera. Come evidenziano Murphy e Benton (2010), se il mondo della ricerca educativa può presentare fondamentali questioni educative, una ricchezza estesa di conoscenze teoriche specifiche, prove empiriche su buone pratiche ed efficaci dispositivi di apprendimento, tuttavia, ad esso possono mancare profonde conoscenze sulle basi e sulle ricerche di neuroanatomia e neuropsicologia. D'altra parte, i neuroscienziati sono stati addestrati per lo più ad affrontare i problemi e l'approfondimento dei complessi fenomeni psicofisiologici o bio-comportamentali attraverso la ricerca di base e non quella applicata o traslazionale. Inoltre, il ricco patrimonio della letteratura in Psicologia della Educazione non viene preso sufficientemente in considerazione, né dagli uni, né dagli altri, quando si tratta di scegliere impianti di ricerca applicativa relativi a questioni di apprendimento nei contesti scolastici o a training formativi e didattici. Riteniamo, dunque, che azioni collaborative interdisciplinari di formatori, psicologi scolastici e neuroscienziati siano fondamentali per lo sviluppo di opportunità che possano dare il via a nuove intuizioni e conoscenze scientifiche, in grado di migliorare la vita di tutti coloro che abitano i contesti di apprendimento, permettendo risultati effettivi, realizzati in modo ottimale attraverso sforzi interdisciplinari su problemi rilevanti. Diventa, dunque, sempre più importante

investire in azioni di ricerca condivisa che permettano di porre in connessione le caratteristiche individuali con i sistemi istituzionali e socio-culturali, incidenti in modo significativo le forme dello sviluppo neurocognitivo. Come evidenziano Baker e colleghi (2012): “Ciò che avviene nelle aule di tutto il mondo aumenta non solo l’ampiezza e la profondità di conoscenze specifiche del contenuto, ma, forse più importante, la natura stessa dell’elaborazione cognitiva e in particolare del funzionamento esecutivo dell’individuo e delle capacità cognitive di alto livello” (p. 15).

5. Conclusioni

Si rende sempre più necessario costruire un ponte dinamico, inteso come spazio di sviluppo istituzionale, tra Neuroscienze e Formazione, il quale può essere in grado di offrire una serie di potenziali strade per il futuro della ricerca. Baker e colleghi (2012), fanno presente come, a fronte, di un maggiore investimento sulla ricerca di come lo sviluppo neurocognitivo dell’apprendimento incida sui materiali e sui processi formativi, il processo inverso sia poco praticato ed esaminato. Inoltre, sono ancora scarsi gli studi sulla relazione tra apprendimento di competenze e i domini cognitivi superiori, molto rilevanti anche per efficaci azioni di tipo preventivo, rimane, infatti, attualmente aperto il dibattito su quali siano gli effetti delle diverse modalità formative sullo sviluppo neurocognitivo nelle diverse età, in particolare per potenziare funzioni di ordine superiore. Porsi in queste direzioni di ricerca, potrebbe consentire di mirare, come già aveva prospettato Bruner (1984; 1990/1992; 1996) nel suo vasto programma di ricerca sulla *vita della mente*, a una sinergia sempre più efficace delle condizioni biologiche con le dimensioni simbolico-culturali della propria esistenza, storicamente e socialmente situata.

Bibliografia

- APA. American Psychological Association (2015). *Top 20 principles from psychology for preK–12 teaching and learning*. American Psychological Association, Coalition for Psychology in Schools and Education. <http://www.apa.org/ed/schools/cpse/top-twenty-principles.pdf> (ver. 15.12.2017).
- Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E., & Guajardo, S. (2005). The influence of the parents’ educational level on the development of executive functions. *Developmental neuropsychology*, 28(1), 539–560.
- Ardila, A., Bertolucci, P.H., Braga, L.W., Castro-Caldas, A., Judd, T., Kosmidis, M.H., ... & Rosselli, M. (2010). Illiteracy: the neuropsychology of cognition without reading. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 25(8), 689–712.
- Barkley, R.A. (1998). *ADHD and the nature of self-control*. New York, NY: Guilford Press.
- Benassi, V.A., Overson, C.E., Hakala, C.M. (2014). *Applying science of learning in education: Infusing psychological science into the curriculum*. Retrieved from the Society for the Teaching of Psychology <http://teachpsych.org/ebooks/asle2014/index.php> (ver. 15.12.2017).

- Baker, D.P., Salinas, D., & Eslinger, P.J. (2012). An envisioned bridge: Schooling as a neurocognitive developmental institution. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, S6–S17.
- Beaty, R.E., Benedek, M., Silvia, J.P., & Schacter, D.L. (2016). Creative cognition and brain network dynamics. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(2), 87–95.
- Blair, C. (2002). School readiness: integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist*, 57(2), 111–127.
- Blair, C., Raver, C.C., & Berry, D.J. (2014). Two approaches to estimating the effect of parenting on the development of executive function in early childhood. *Developmental Psychology*, 50(2), 554–565.
- Blair, C., & Raver, C.C. (2016). Poverty, stress, and brain development: new directions for prevention and intervention. *Academic pediatrics*, 16(3), S30–S36.
- Blair, C., & Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child development*, 78(2), 647–663.
- Blair, C., & Willoughby, M. (2013). Rethinking executive functions: commentary on “The contribution of executive function and social understanding to preschoolers' letter and math skills” by M.R. Miller, U. Müller, G.F. Giesbrecht, J.I.M. Carpendale & K.A. Kerns. *Cognitive Development*, 28(4), 350–353.
- Berninger, V., & Todd, R. (2002). *Brain literacy for educators and psychologists*. Elsevier: Academic Press.
- Bowers, J.S. (2016). The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychological Review*, 123(5), 600–612.
- Bruer, J.T. (2016). Where is educational neuroscience? *Educational Neuroscience*, 1, 1–12.
- Bruner, J.S. (1984). *Lo sviluppo cognitivo*. Roma: Armando.
- Bruner, J.S. (1992). *La ricerca del significato* (E. Prodon, Trans.). Torino: Bollati Boringhieri. (Original work published 1990).
- Bruner, J.S. (1996). *La cultura dell'educazione*. Milano: Feltrinelli.
- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: from brain to education. *Science*, 332, 1049–1053.
- Calvani, A. (2011). «Decision Making» nell'istruzione. «Evidence Based Education» e conoscenze sfidanti. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies (ECPS Journal)*, 2(3), 77–99.
- Calvani, A. (2012a). Evidence Based (Informed?) Education: neopositivismo ingenuo o opportunità epistemologica?. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 13(2), 91–101. <http://fupress.net/index.php/formare/article/view/13259> (ver. 15.12.2017).
- Calvani, A. (2012b). *Per un'istruzione evidence based*. Trento: Erickson.
- Cameron, C.E., Brock, L.L., Hatfield, B.E., Cottone, E.A., Rubinstein, E., LoCasale-Crouch, J., & Grissmer, D.W. (2015). Visuomotor integration and inhibitory

- control compensate for each other in school readiness. *Developmental psychology*, 51(11), 1529.
- Ceci, S.J. (1991). How much does schooling influence general intelligence and its cognitive components? A reassessment of the evidence. *Developmental Psychology*, 27, 703–722.
- Della Sala, S. (ed.). (2016). *Le Neuroscienze a scuola*. Firenze: Giunti.
- Dewey, J. (1978). *The Middle Works, 1899-1924: How we think and selected essays, 1910-1911* (6). Southern Illinois University Press.
- Dewey, J. (1984). *Le fonti di una scienza della educazione*. Firenze: La Nuova Italia.
- Dewey, J. (1986). *Come pensiamo*. Firenze: La Nuova Italia.
- De Smedt, B., Ansari, D., Grabner, R.H., Hannula-Sormunen, M., Schneider, M., & Verschaffel, L. (2011). Cognitive neuroscience meets mathematics education. *Educational research review*, 6(3), 232–237.
- Diamond, A., Barnett, W.S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science (New York, NY)*, 318(5855), 1387.
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959–964.
- Draganski, B., Gaser, C., Kempermann, G., Kuhn, H.G., Winkler, J., Büchel, C., & May, A. (2006). Temporal and spatial dynamics of brain structure changes during extensive learning. *Journal of Neuroscience*, 26, 6314–6317.
- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal: the organization of goal-directed behavior. *Cognitive Psychology*, 30(3), 257–303.
- Espinet, S.D., Anderson, J.E., & Zelazo P.D. (2013). Reflection training improves executive function in preschool-age children: behavioral and neural effects. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 4, 3–15.
- Fields, R. (2005). Myelination: an overlooked mechanism of synaptic plasticity. *The Neuroscientist*, 11(6), 528–531.
- Fisher, K.W., & Daley, S.G. (2007). Connecting cognitive science and neuroscience to education: potentials and pitfalls in inferring executive processes. In L. Meltzer (ed.), *Executive function in education: from theory to practice* (pp. 55-73). New York, NY: Guilford Press.
- Geake, J.G. (2008). Neuromyologies in education. *Educational Research*, 50, 123–133.
- Geake, J.G. (2016). *Il cervello a scuola. Neuroscienze e educazione tra verità e falsi miti*. Trento: Erickson.
- Goldman, S.R., & Pellegrino, J.W. (2015). Research on learning and instruction: implications for curriculum, instruction, and assessment. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 2(1) 33–41.
- Hashimoto, I., Suzuki, A., Kimura, T., Iguchi, Y., Tanosaki, M., Takino, R., ... Taira, M. (2004). Is there a training-dependant reorganization of digit representations in area 3b of string players? *Clinical Neurophysiology*, 115(2), 435–447.

- Heckman, J.J., & Kautz, T. (2012). Hard evidence on soft skills. *Labour economics*, *19*(4), 451–464.
- Hinnant, B., Nelson, J.A., O'Brien, M., Keane, S.P., & Calkins, S.D. (2013). The interactive roles of parenting, emotion regulation and executive functioning in moral reasoning during middle childhood. *Cognition and emotion*, *27*(8), 1460–1468.
- Hughes, C. (2011). Changes and challenges in 20 years of research into the development of executive functions. *Infant and Child Development*, *20*(3), 251–271.
- Ischebeck, A., Zamarian, L., Egger, K., Schocke, M., & Delazer, M. (2007). Imaging early practice effects in arithmetic. *NeuroImage*, *36*, 993–1003.
- James, K.H. (2010). Sensori-motor experience leads to changes in visual processing in the developing brain. *Developmental Science*, *13*, 279–288.
- Kirshner, P.A. (2017). Stop propagating the learning styles myth. *Computers & Education*, *106*, 166–171
- Lillard, A.S. (2017). *Montessori: the science behind the genius* (3rd ed.). New York, NY: Oxford University Press.
- Lillard, A.S., Heise, M.J., Richey, E.M., Tong, X., Hart, A., & Bray, P.M. (2017). Montessori preschool elevates and equalizes child outcomes: A longitudinal study. *Frontiers in psychology*, *8*.
- Lipsey, M.W., Nesbitt, K.T., Farran, D.C., Dong, N., Fuhs, M.W., & Wilson, S.J. (2014). Learning-related cognitive self-regulation measures for prekindergarten children with predictive validity for academic achievement. *Manuscript submitted for publication*.
- Maguire, E.A., Woollett, K., & Spiers, H.J. (2006). London taxi drivers and bus drivers: a structural MRI and neuropsychological analysis. *Hippocampus*, *16*, 1091–1101.
- Margiotta, U. (2007). *Insegnare nella società della conoscenza*. Lecce: Pensa Multimedia.
- Margiotta, U. (2012). The nature of evidence: improving educational research in Italy. *Pedagogia Oggi*, *2*, 37–56.
- Mason, L. (2009). Bridging neuroscience and education: a two-way path is possible. *Cortex*, *45*(4), 548–549.
- Merzenich, M.M. (2001). Cortical plasticity contributing to child development. In J.L. McClelland & R.S. Siegler (eds.), *Mechanisms of cognitive development: behavioral and neural perspectives*. *Carnegie mellon symposia on cognition* (pp. 67-95). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Metelli di Lallo, C. (1966). *Analisi del discorso pedagogico*. Padova: Marsilio.
- Minello, R. & Margiotta, U. (2011). *Poiein. La Pedagogia e le Scienze della Formazione*. Lecce: Pensamultimedia.
- Molfese, V.J., Molfese, P.J., Molfese, D.L., Rudasill, K.M., Armstrong, N., & Starkey, G. (2010). Executive function skills of 6 to 8 year olds: brain and behavioral evidence and implications for school achievement. *Contemp. Educ. Psychol*, *35*(2), 116–125.

- Moriguchi, Y., Zelazo, P.D., & Chevalier, N. (eds.). (2016). *Development of executive function during childhood*. Losanna: Frontiers Research Topics.
- Murphy, P.K., & Benton, S.P. (2010). The new frontier of educational neuropsychology: Unknown opportunities and unfulfilled hopes. *Contemporary Educational Psychology*, 35, 153–155.
- Nisbett, R.E. (2009). *Intelligence and how to get it: why schools and cultures count*. New York, NY: W.W. Norton and Company, Inc.
- Olivieri, D. (2014). *Le radici neurocognitive dell'apprendimento scolastico*. Milano: Franco Angeli.
- Piccolino, M. (ed.). (2008). *Neuroscienze controverse*. Torino: Bollati Boringheri.
- Powell, L.J., & Carey, S. (2017). Executive function depletion in children and its impact on theory of mind. *Cognition*, 164, 150–162.
- Posner, M.I., & Rothbart M.K. (2000). Developing mechanisms of self-regulation. *Development and Psychopathology*, 12, 427–441.
- Raver, C.C., Jones, S.M., Li-Grining, C., Zhai, F., Bub, K., & Pressler, E. (2011). CSRP's impact on low-income preschoolers' preacademic skills: self-regulation as a mediating mechanism. *Child development*, 82(1), 362–378.
- Raver, C.C., McCoy, D.C., Lowenstein, A.E., & Pess, R. (2013). Predicting individual differences in low-income children's executive control from early to middle childhood. *Developmental Science*, 16(3), 394–408.
- Rivoltella, P.C. (2011). *Neurodidattica. Insegnare al cervello che apprende*. Milano: Raffello Cortina Editore.
- Rossi, P.G. (2011). *Didattica enattiva*. Milano: Franco Angeli.
- Rueda, M.R., Checa P., & Combita L.M. (2012). Enhanced efficiency of the executive attention after training in preschool children: immediate changes and effects after two months. *Development Cognitive Neuroscience*, 25, 192–204.
- Salmaso, L. (2011). Fruizione e creazione di narrazioni multilinguistiche. *Psicologia e Scuola*, marzo-aprile, 41–48.
- Salmaso, L. (2012). Narrazione multilinguistica. Una proposta di metodo per la formazione e lo sviluppo di una comunità scolastica. *Psicologia di Comunità*, 1(XI), 99–108.
- Salmaso, L. (2015a). *Studio dell'interazione tra Funzioni Esecutive e percorsi di qualificazione dell'apprendimento attraverso dispositivi di narrazione multilinguistica in una prospettiva evolutiva dalla seconda infanzia alla preadolescenza*. Tesi di dottorato, Università Ca' Foscari, Venezia.
- Salmaso, L. (2015b). Funzioni Esecutive in interazione con dispositivi di narrazione multilinguistica per una formazione generativa evidence based. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 3(5), 286–301. <http://dx.doi.org/10.13128/formare-16991> (ver. 15.12.2017).
- Supekar, K., Musen, M., & Menon, V. (2009). Development of large-scale functional brain networks in children. *PLoS Biology*, 7(7), e1000157.
- Taubert, M., Draganski, B., Anwander, A., Müller, K., Horstmann, A., Villringer, A., & Ragert, P. (2010). Dynamic properties of human brain structure: learning-related

changes in cortical areas and associated fiber connections. *The Journal of Neuroscience*, 30, 11670–11677.

- Trincherò, R. (2002). *Manuale di ricerca educativa*. Milano: Franco Angeli.
- Trincherò, R. (2015). Per una didattica brain-based: costruire la learning readiness attraverso la pratica deliberata. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 3, 52–66. <http://dx.doi.org/10.13128/formare-17189> (ver. 15.12.2017).
- Vernon-Feagans, L., Willoughby, M., Garrett-Peters P., & Project, T.F.L. (2016). Predictors of behavioral regulation in kindergarten: household chaos, parenting, and early executive functions. *Dev. Psychol.* 52, 430–441.
- Visalberghi, A. (1986). *Pedagogia e scienze dell'educazione*. Milano: Mondadori.
- Vygotskij, L.S. (1974). *Storia delle funzioni psichiche superiori*. Firenze: Giunti.
- Vygotsky, L.S. (1978). Mind in society. In M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman (eds.), *The Development of Higher Psychological Processes* (pp. 19-105). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Willoughby, M.T., Kupersmidt J.B., & Voegler-Lee, M.E. (2012a). Is preschool executive function causally related to academic achievement? *Child Neuropsychology*, 18(1), 79–91.
- Willoughby, M.T., Wirth, R.J., Blair, C.B., FLP Investigators (2012b). Executive function in early childhood: Longitudinal measurement invariance and developmental change. *Psychological Assessment*, 24(2), 418–431.
- Zelazo, P.D. (2013). Reflections on the development of executive function: commentary on Knapp and Morton, Munakata et al., Rueda and Paz-Alonso, Benson and Sabbagh, Hook et al., and Blair. *Executive functions*, 42.
- Zelazo, P.D., Blair, C.B., & Willoughby, M.T. (2016). Executive Function: implications for Education. NCER 2017-2000. *National Center for Education Research*.