



Neuroscienze cognitive in aula: le condizioni d'uso

Cognitive neuroscience in the classroom: conditions of use

Rita Minello

Università degli Studi Niccolò Cusano – rita.minello@unicusano.it

ABSTRACT

The indisputable contribution of cognitive neuroscience to education and teaching requires a specific degree of attention and careful contextualization. After examining the relationship between education and cognitive neuroscience, this contribution investigates the nature of the educational offer promoted by neuro-pedagogy. Subsequently, it highlights the essential elements that must accompany such educational offer, as well as the need for a transdisciplinary reorientation of professional teacher training. Finally, this paper focuses on the elements and mediators that can characterize the process of transition from laboratory cognitive neuroscience to its classroom applications. The article concludes by asserting that the transformation of the school system – when it is conceived in a structural perspective – could represent the real innovative potential of neuroscientific applications to the schooling sector.

Il contributo indiscutibile delle neuroscienze cognitive all'educazione e alla didattica richiede attenzioni di diversa natura e una attenta contestualizzazione. Dopo aver esaminato la relazione tra educazione–neuroscienza cognitiva, il contributo indaga la natura dell'offerta di percorsi educativi convincenti da parte della neuro-pedagogia, indica gli elementi essenziali che devono accompagnarli, la necessità del riorientamento transdisciplinare della formazione professionale degli insegnanti, per concentrarsi, infine, sugli elementi e sui mediatori che possono caratterizzare il processo di transizione dalla neuroscienza cognitiva di laboratorio alle sue applicazioni d'aula. Se ne conclude che la trasformazione del sistema scolastico concepito come struttura potrebbero rappresentare il vero potenziale innovativo delle applicazioni neuroscientifiche al mondo della scuola.

KEYWORDS

Cognitive neuroscience, Neuro-education, Neuro-pedagogy, Neuro-didactics, Classroom.

Neuroscienza cognitiva, Neuro-educazione, Neuro-pedagogia, Neuro-didattica, Aula.

Introduzione: contesto delle neuroscienze cognitive e neuro-educazione

In una conferenza del 1946 McCulloch lancia uno sguardo verso il futuro e afferma che «ciascuna idea è incarnabile in una rete di neuroni» (McCulloch, 1946, in 1965, p. VII). Dagli anni Quaranta ad oggi, in vari contesti, dalla filosofia dello spirito all'intelligenza artificiale, passando attraverso la neuroscienza, le scienze cognitive sono giunte a formare una nebulosa di discipline che partecipano a un rinnovamento radicale del modo di apprendere e di pensare degli individui. Nelle regioni educative si avverte, in particolare, l'influsso della neuroscienza, strettamente interconnesso con quello della tecnologia digitale e della realtà aumentata.

La pedagogia e la didattica si avvolgono costantemente di conoscenze aggiornate provenienti dal mondo della ricerca. In particolare, le indagini neuroscientifiche non mancano di offrirci conoscenze aggiornate sulle modalità di apprendimento del cervello, ma anche su capacità e vincoli, così da farci meglio operare in situazioni d'apprendimento più efficaci. La presenza delle neuroscienze nelle regioni educative «ha infatti precise ragioni, che risiedono nel bisogno di unificare la spiegazione dell'umano riconducendolo ad una base comune e legandolo a modelli sperimentali e verificabili capaci di leggerne (senza ridurne) la complessità, la specificità, il pluralismo. Alla base vi è l'idea di un essere umano riconosciuto come unità bio-psico-socio-spirituale, in cui l'indissolubilità fra corpo e pensiero gli conferisce carattere di irripetibilità» (Vinci, 2019, p. 2).

D'altra parte, proprio le pratiche educative offrono alle scienze della cognizione, e in particolare alla neuroscienza, idee per nuove sperimentazioni. Tra gli antecedenti storici di studiosi che in ambito pedagogico hanno manifestato interesse specifico per le potenzialità apprenditive del bambino, spicca, in Italia, Maria Montessori. (Houdé, 2018).

In generale, la neuroscienza cognitiva si riferisce a una scienza e un campo di ricerca disciplinare il cui obiettivo è «identificare e comprendere il ruolo dei meccanismi cerebrali coinvolti nei diversi domini della cognizione (percezione, lingua, memoria, ragionamento, apprendimento, emozioni, funzioni esecutive, capacità motorie, ecc.)» (Berthier, Borst, Desnos, Guilleray, 2018, p. 32). Negli ultimi quattro decenni le scoperte di questa nuova disciplina scientifica ci hanno permesso di affinare la nostra comprensione dei processi cognitivi, del funzionamento del cervello e dei suoi malfunzionamenti. La neuroscienza cognitiva utilizza metodi interdisciplinari che fungono da interfaccia alla psicologia scientifica (e in particolare alla psicologia cognitiva classica, che studia i processi mentali coinvolti in qualsiasi attività cognitiva), ma anche alla scienza dell'intelligenza computazionale e artificiale. Scienze che raggruppano tutte le discipline che si occupano dell'acquisizione della conoscenza (cognizione) negli esseri umani o negli animali (filosofia, linguistica, informatica, etologia, ecc.).

La neuroscienza cognitiva ha trasformato la psicologia da quando ha consentito ai ricercatori di visualizzare il cervello *in vivo* durante la soluzione di un compito o di un problema, in modo non invasivo, utilizzando la tecnica della risonanza magnetica funzionale (fMRI). Questa nuova tecnologia, creata all'inizio del 1990, consente la visualizzazione non solo delle reti del cervello coinvolte nella risoluzione di un compito, studiando la concentrazione di ossigeno nel sangue in diverse parti del cervello, ma anche la struttura (spessore, volume, superficie) di diverse parti del cervello (MRI anatomica o aMRI) e la loro connettività anatomica (fibre di materia) (diffusione MRI o DMRI).

Nello specifico, la neuro-educazione (o neuroscienza cognitiva dell'educazione) è una sotto-disciplina nata dal mantenimento di stretti legami con la psi-

cologia dell'educazione delle neuroscienze cognitive. Essa si propone come nuova scienza dell'apprendimento (neuro-pedagogia) che consente di comprendere meglio i meccanismi neurocognitivi sottostanti le grandi leggi dell'apprendimento nel cervello umano. (Damiani, Santaniello, Gomez Paloma, 2015).

Scoprire come il cervello impara è ovviamente molto più complesso di una semplice risonanza magnetica o di un elettroencefalogramma operato su alcuni volontari. In campo educativo richiede ben altro spessore per passare al rigore scientifico indispensabile.

In ogni settore scientifico le evidenze sono poche. Per la maggior parte i risultati sono piuttosto percepiti come conoscenza temporanea che permette un progresso, ma che può essere interrogata. La scienza spiega, ma non impone nulla dogmaticamente.

È quindi necessario mantenere una certa vigilanza, accompagnata da uno sguardo critico alle affermazioni di superficie. Un caso da manuale di generalizzazione frettolosa, basato su un unico risultato scientifico molto limitato e non riprodotto è rappresentato dal fenomeno studiato sotto il nome di "effetto Mozart"¹.

Nel mondo dell'istruzione, un mondo professionale con grandi proiezioni sociali, generazioni di educatori hanno praticato la loro professione, non sulla base scientifica dei contributi della scienza cognitiva, ma piuttosto sulla base di attente osservazioni degli studenti e di valori umani indiscutibili. Tali basi hanno caratterizzato la storia dell'educazione, che procede scientificamente per tentativi ed errori, ma, in talune situazioni, anche per generalizzazioni affrettate, approcci e routine professionali non sempre efficienti o efficaci.

La neuroscienza può offrire a questo mondo uno sguardo critico sulla validità della conoscenza, basato su osservazioni e misurazioni, può rassicurare e coadiuvare le rappresentazioni dei professionisti della formazione. La neuroscienza può essere concepita come una guida per l'insegnante-sperimentatore che cerca un modo per rendere più efficace il suo insegnamento.

1 Nel 2009 Scott Lilienfeld presenta un caso da manuale di generalizzazione frettolosa basato su un unico risultato scientifico molto limitato e non riprodotto: l'effetto Mozart. Questo termine si riferisce al miglioramento dell'intelligenza ascoltando musica classica, principalmente quella di Mozart. A seguito dello studio pubblicato nel 1993 sulla Rivista Nature, sono stati commercializzati molti prodotti e CD, destinati in particolare ai bambini, anche neonati o non nati (durante la gravidanza), con l'obiettivo di migliorare la loro intelligenza. In cosa consiste realmente lo studio? Nello studio originale, tre ricercatori: Rauscher, Shaw e Ky hanno riportato i risultati sugli effetti musica sulla performance in compiti spaziali. Nella sperimentazione le cavie studentesche (tutti adulti) erano divisi in tre gruppi: il primo ha ascoltato una sonata per pianoforte di Mozart per dieci minuti mentre il secondo gruppo ascoltava musica di relax e il terzo aspettava in silenzio. Poi ogni studente è stato testato su un problema di ragionamento spaziale (piegatura e taglio della carta). I risultati hanno mostrato un significativo miglioramento delle prestazioni in compito spaziale per gli studenti adulti che hanno ascoltato Mozart. Tuttavia, il risultato (a) è molto limitato: un singolo compito spaziale, nessuna misurazione di effetti a lungo termine, nessuna misura dell'intelligenza in generale e nessuna misura dell'effetto su bambini/neonati; (b) non è stato riprodotto con successo: ricercatori hanno poi cercato di replicare i risultati senza riportare alcun effetto, anche minimo. Inoltre, le meta-analisi mostrano che l'effetto Mozart è di entità e durata trascurabili. Nonostante queste limitazioni, l'effetto Mozart ha beneficiato di una consistente campagna mediatica, al punto che, nel 2004, l'80% degli americani ha dichiarato di avere familiarità con questo effetto e il 73% degli studenti di psicologia intervistati hanno affermato di crederci. (Lilienfeld, 2009).

1. La relazione educazione – neuroscienza cognitiva

Oggi le scienze della cognizione «definiscono un campo di processi e di emergenze altamente contestuali, che è scopo della ricerca formativa mettere in relazione, spesso problematicamente, ed applicare alle determinate situazioni, qualora possibile» (Minello, in Minello-Margiotta, 2011, p. 170). E ciò, perché *le scienze della cognizione non possono ancora produrre un vero e proprio paradigma* da applicare e da modulare alle singole situazioni educativo-formative: «Ciò che impedisce alle scienze della cognizione di produrre paradigmi efficaci su ampia scala per interpretare l'educativo-formativo è sostanzialmente individuabile nella loro natura esplicativa, più che interpretativa» (Ivi).

Dal filone neuro-cognitivo giungono al mondo educativo numerosi contributi, ma resta questione di ricerca educativa offrire risposte ai problemi *interpretativi* dell'azione e dell'intelligenza umana. Risale al 2011 il testo critico nei confronti della neuro-pedagogia scritto dal neuro-psicologo Xavier Seron nel quale si documenta la complessità delle interpretazioni cognitive e delle attivazioni cerebrali comportamentali, si evidenziano le contraddizioni tra i ricercatori su queste stesse interpretazioni, fattori che rendono difficili e rischiose le trasposizioni neuro-scientifiche nell'educativo, senza filtri critico-radicali.

Tuttavia, pur ammettendo un certo margine di incertezza, va riconosciuto che gli insegnanti sono dotati di una mente critica, possono pertanto, in qualche misura, operare esperienze sul campo, migliorare le pratiche col supporto di conoscenze scientifiche aggiornate, ricevere indicazioni d'uso dai pedagogisti, comparare i nuovi dati scientifici con le teorie psico-educative classiche sullo sviluppo cognitivo del bambino, senza rivoluzionare le conoscenze professionali, ma completandole con nuove sfumature.

Ponendo le distanze da una neuroscienza educativa teorica, imposta dall'alto (top down), va implementata una ricerca su basi partecipative, laboratoriali e di ricerca-azione per adattare le novità neuro-cognitive, i loro elementi-chiave, ai bisogni apprenditivi reali dei gruppi-classe, nonché ai metodi didattici. (Fournier, 2016; Dozza, 2006; 2003). Nella misura in cui la neuroscienza cognitiva supporterà le difficoltà d'apprendimento, abatterà l'abbandono scolastico, potenzierà le competenze sociali, aumenterà il livello di motivazione, renderà più efficienti le pratiche di insegnamento-apprendimento, orienterà le tecnologie della comunicazione e dell'educazione, potrà essere considerata un'alleata delle scienze dell'educazione.

2. I percorsi neuro-pedagogici utili

L'idea di riunire neuroscienze, psicologia cognitiva e educazione non è nuova, gli studiosi vi lavorano alacremente da almeno due decenni, ma si arricchisce di nuovi interrogativi sulla base delle evidenze attuali di ricerca, che rendono permeabile il mondo scolastico alle conoscenze neuroscientifiche. (Cfr. Oliveiro, 2017; Longo, 2011; Rivoltella, 2011; Olivieri, 2011).

In ogni caso, i percorsi educativi indicati dalla neuro-pedagogia, per essere convincenti, devono offrire:

- Un insieme coerente e non una serie di indicazioni tra di loro separate.
- Un insieme accessibile a qualsiasi insegnante.
- L'acquisizione di solide conoscenze, capacità di costruzione e capacità di ri-

soluzione di problemi, compatibili con le possibilità del cervello di uno studente medio.

- L'indicazione strutturata delle strategie di acquisizione, anche per mezzo di strumenti tecnologico-digitali, preziosi per la scuola dell'emergenza contingente.
- Il potenziamento di processi attivi di attenzione, memorizzazione e argomentazione efficiente, non scorporati dal principio di conservazione dei saperi, e, più in generale, di pratiche di pedagogia attiva.
- L'arricchimento del vocabolario di base, dell'impegno dello studente, della motivazione e dell'empowerment personale.
- L'aiuto allo studente ai fini della costruzione di una sua immagine positiva e di competenze sociali e collaborative.

Tutto questo, che costituisce l'alfa e l'omega degli interventi educativi, viene presentato come promessa di soluzione dalla neuro-pedagogia, anche se, al momento, il contributo effettivo sembra solo rappresentabile come un mosaico in fase iniziale di completamento.

Oltre a ciò, anche la massiccia immersione degli studenti nel mondo digitale pone domande in relazione al cervello, e spinge gli studiosi a interrogare il mondo digitale attraverso il filtro della neuroscienza cognitiva: le pratiche dello schermo partecipano o non partecipano allo sviluppo dell'attenzione? Promuovono curiosità, comunicazione, apertura a nuove acquisizioni o le limitano, partecipando al degrado delle competenze, diminuendo la qualità dell'attenzione?

3. Gli approcci educativi che possono influenzare positivamente le indicazioni della neuro-pedagogia

Gli insegnanti sono coautori della plasticità cerebrale dei loro allievi. Non solo possono adattare la loro metodologia alla configurazione cervello, ma, praticandola, partecipano alla costruzione stessa della sua configurazione. La posta in gioco è alta. Non è più possibile rimanere indifferenti.

Ci si aspetta che la neuroscienza cognitiva «contribuisca a migliorare i risultati scolastici degli studenti più svantaggiati, ma renda pure l'istruzione ancora più efficace per i migliori, guidando tutti verso un modo migliore di imparare. È soprattutto verso gli insegnanti che le effettive indicazioni di questa disciplina sono indirizzate. È insegnando in modo diverso, usufruendo di una fornitura di strumenti didattici più adeguati, che gli studenti impareranno meglio e si sentiranno meglio a scuola. Il possesso-palla è degli insegnanti». (Berthier, Borst, Desnos, Guilleray, 2018, p. 49).

Va evidenziato, tuttavia, che, gli insegnanti che si accostano alla neuro-pedagogia per ricavarne innovazioni didatticamente utili, devono trovare un corrispettivo neuroscientifico basato su elementi essenziali quali:

- *Credibilità* della conoscenza sul funzionamento del cervello dello studente offerta dalle competenze dei ricercatori.
- *Dinamica di formazione esistenziale*, che concepisca la scuola come una, ma non esclusiva, tra le parti interessate dal sistema apprenditivo del soggetto in crescita, apprendimento che egli assorbe, indifferentemente, da fonti esogene ed endogene.
- *Curiosità e flessibilità delle pratiche neuroscientifiche*, attitudine al coraggio di andare avanti, osare di sbagliare.

- *Sperimentazione neuroscientifica ricercatori-insegnanti*, perché sono soprattutto gli insegnanti che avviano un lavoro incessante di ricerca progettuale, metodologica, valutativa e altro, lavoro che interessa tutti gli stakeholder.
- *Umiltà scientifica e prudenza conoscitiva*, presupposte dalla neuroscienza di fronte all'imponente compito da perseguire, per fare passi avanti progressivi, senza promettere miracoli: solo osservazioni convergenti possono portare a una conclusione credibile. (Berthier, Borst, Desnos, Guilleray, 2018, pp. 42-43).

L'introduzione e la pratica di modalità pedagogiche provenienti dal contributo delle neuroscienze cognitive non è cambiamento facile. Esso mette in discussione tanto la professione docente, nelle posture professionali più radicate e nel potenziamento delle conoscenze scientifiche applicate all'educazione, quanto l'organizzazione della struttura scolastica: pianificazione delle attività, appropriazione di nuove competenze, ad es. digitali, introduzione di nuove dinamiche di squadra.

Tra le condizioni di prossimità del verificarsi di queste mutazioni in ambito educativo, vanno considerate le questioni etiche: pericolosa fiducia nella pseudoscienza del cervello che si affida a soluzioni semplicistiche. Tra le convinzioni derivanti da pseudoscienza potremmo elencarne molte di cui si avvalgono gli insegnanti, solo in quanto convinzioni molto diffuse. Ad es: si sviluppa la memoria imparando le poesie, le persone con dominanza sinistra del cervello sarebbero più razionali e analitiche, più efficienti nel ragionamento logico, mentre la dominanza destra renderebbe i soggetti più emotivi, intuitivi, creativi. In realtà la stessa suddivisione dominanza destra e sinistra, secondo le evidenze neuro-scientifiche, sarebbe sbagliata. Come nessun studio neuroscientifico ha realmente dimostrato la possibile classificazione degli studenti nelle tre categorie visivo, uditivo, cinestetico (cognitivamente siamo tutti unici). Il neuro-mito forse più noto proclama che gli essere umani usano il 10% del potenziale del loro cervello, quando tutti i neuroni del cervello vengono utilizzati, ma non sono attivi contemporaneamente.

È anche necessaria una radicale modifica delle tecniche di valutazione da parte degli insegnanti, ad esempio consentendo allo studente di scegliere il momento della sua valutazione, incentivando forme di incoraggiamento al recupero calmo e allo sviluppo dell'attenzione. L'attenzione va anche al ripensamento degli spazi della classe, per metterli al servizio di un miglior apprendimento.

Se il cervello dello studente è una macchina che apprende, tale macchina si sviluppa in un ambiente (sociale, familiare e scolastico) che ha un impatto sul ritmo e sulla qualità dell'apprendimento dei singoli (Ellerani, 2017). Operare sull'ottimizzazione ecologico-sociale dell'ambiente di vita, studio e lavoro più in generale, e non solo d'aula, è altrettanto importante.

4. Linee per riorientare la formazione degli insegnanti ai contesti neuro-educativi transdisciplinari

Ricorda Damiani che «La letteratura ha da tempo messo in luce il potere euristico dei "buoni" framework (integrati, globali e multidimensionali), la valenza del curriculum implicito e di tutti quegli aspetti collaterali (ma determinanti) connessi ai processi di insegnamento-apprendimento. Tuttavia, ricerche internazionali mostrano che la maggior parte dei docenti non è consapevole dei modelli di riferimento che sono alla base della propria azione educativa e didattica» (Damiani, in Damiani, Santaniello, Gomez Paloma, 2015, p. 85). Mancanza di conoscenza che si ritiene rilevante, su cui basare una seria formazione professionale.

L'attuale funzionamento della professione docente si basa su una formazione iniziale (pre-service) insufficiente in psicologia dello sviluppo e nella conoscenza di processi cognitivi del discente; mentre la formazione continua (in-service) si è rivelata fino ad oggi inadeguata a imprimere quella svolta che consenta alla maggioranza degli insegnanti di considerare come parte integrante della professione sperimentare nuove strade, associare, ad ogni nuova pratica, precisi elementi di osservazione degli effetti sugli studenti, operare processi sistematici di auto-formazione, decompartmentalizzare gli approcci apprenditivi disciplinaristi, rendendoli elementi eminentemente transdisciplinari.

La transdisciplinarietà, fra tutti questi cambiamenti, è più di ogni altro un elemento indispensabile per operare in contesti di neuro-educazione. Si ricordi, tuttavia, che la realtà scolastica si colloca ancora a livelli interdisciplinari, spesso meramente multidisciplinari, tali da non richiedere grandi sforzi di lavoro in team.

5. Le condizioni per ottimizzare l'educazione degli studenti attraverso processi di transizione neuro-educativa

Ricercatori e specialisti stanno indiscutibilmente facendo progredire i filoni di studio della neuroscienza, e praticano la loro lingua di specialisti anche sui temi di studio più vicini alla scuola. Anche se la metodologia scientifica ha aperto una porta tra mondi educativi e mondi neuroscientifici, la ricerca utile alla classe rimane ancora abbastanza lontana dalla complessità del campo, con le sue varie sfaccettature. Per gli insegnanti è ancora difficili trovare informazioni neuro-educative utili e pertinenti per risolvere i loro problemi, facilmente traducibili in pratiche da attuare.

Bost ravvisa la necessità di costituire una nuova funzione: la figura del *traghettatore*, identificato come colui che, al tempo stesso, «interpreta il linguaggio dei ricercatori rigorosamente e senza snaturarlo, e propone assi su cui testare il campo, con un'ottima comprensione dei problemi in classe. Il traghettatore sa e capisce sia i punti essenziali della ricerca, che del sistema scuola stesso. Parla la lingua degli insegnanti. La sua funzione funge da interfaccia, consapevolezza, traduzione, senza la quale il dispiegamento e l'essenziale la diffusione [della neuro-educazione] non può essere effettuata» (Bost, in Houdé, Borst, 2018, p. 86).

Ma nella catena che consente il passaggio della neuro-educazione dal laboratorio degli specialisti all'insegnamento in classe, si individuano anche varie altre figure utili al processo di transizione:

- I *precursori*, che sono i dirigenti dell'istituto, senza i quali i progetti non trovano ascolto e non possono essere attuati. Dirigenti che fungono anche da supporto e da accompagnamento.
- Gli *intermediari*, che veicolano le nuove conoscenze a tutti gli insegnanti.
- I *formatori* che aiutano e potenziano la conoscenza negli attori principali, che sono insegnanti.
- Gli *accompagnatori*, a volte esterni, ma soprattutto personale interno che opera la supervisione dei cambiamenti operanti in un istituto scolastico. (Berthier, Borst, Desnos, Guilleray, 2018, pp. 63-69).
- Gli *insegnanti-ricercatori*, che operino ricerca diretta dall'interno del sistema scolastico, non dall'esterno.

Si tratta di figure necessarie ad una reale transizione, poiché gli istituti scolastici rappresentano un sistema e come tale operano, al di là del singolo intervento

anticipatorio di qualche insegnante, che non deve restare isolato rispetto all'operato dei colleghi. Per il dirigente è importante identificare i ruoli, che vanno oltre la professione degli insegnanti.

Oltre a promuovere nuovi metodi educativi di squadra e includere al meglio gli studenti in difficoltà, i percorsi educativi di successo sostenuti dal contributo delle neuroscienze cognitive in classe possono, sia migliorare il rendimento scolastico di tutti gli studenti, coinvolgendoli in nuovi percorsi flessibili di apprendimento, sia rasserenare il clima in classe. I quattro temi educativi privilegiati riguardano sicuramente memorizzazione, comprensione, attenzione e motivazione. Sui problemi comuni agli studenti in questi quattro settori si concentrano attualmente gli studi neuro-educativi.

L'introduzione convinta di tecnologia digitale e di realtà aumentata che agevolino il transfert, la costruzione di immagini mentali², la creatività, la comprensione, l'acquisizione, la memorizzazione si rivela fondamentale per consentire acquisizione a lungo termine di conoscenze, know-how, competenze e sistemi di padronanza.

Anche se la plasticità cerebrale non si ferma, infanzia e adolescenza sono ampie finestre di plasticità cerebrale in cui maturare l'apprendimento, periodi di particolare sensibilità cognitiva dove idee e giudizi possono maturare e configurarsi molto velocemente

Conclusioni: la messa in discussione della struttura

Rispetto agli studi di intere generazioni di studiosi, e ai contributi offerti alla conoscenza della natura dell'apprendimento, la neuroscienza cognitiva si presenta più come un'evoluzione che come una rivoluzione educativa e didattica, evoluzione ancora parzialmente attrezzata per potenziare le capacità professionali degli insegnanti, quelle apprenditive degli studenti, quelle transdisciplinari delle regioni della conoscenza. Ma offre indiscutibilmente importanti opportunità di sviluppo futuro del sistema educativo.

Del resto, la professione di insegnante è estremamente difficile perché richiede l'intreccio di vari elementi: dalla psicologia di sviluppo, alla psicologia cognitiva, etc. Ma anche dei vincoli imposti dal sistema: programmi, obiettivi, organizzazione temporale, gerarchia. L'arrivo della neuroscienza cognitiva nel mondo scolastico può rappresentare un'occasione importante per mettere in discussione la posizione del docente, l'organizzazione del sistema-scuola, dalle discipline all'orario, i metodi di valutazione, i ritmi, la gestione complessiva degli insegnamenti, la qualità della partecipazione degli studenti.

2 L'efficacia dei processi non verbali dell'immaginazione mentale è discussa nel contesto del pensiero creativo nella neuro-scienza (Miller, 2000) e nel contesto della risoluzione dei problemi in generale (Richardson, 1999). Da tali studi è possibile ricavare, sul piano educativo, che l'efficacia delle immagini mentali si riferisce a quattro caratteristiche dei processi apprenditivi: la loro natura privata, la loro struttura riccamente concreta e isomorfa, il loro impegno del meccanismo innato di intuizione spaziale e del loro diretto impatto emotivo. La natura privata del processo apprenditivo per immagini, diverso dal pensiero verbale tradizionale, spiega il contributo delle immagini mentali alla costruzione di nuove idee. La ricchezza di immagini concrete, insieme alla sua relazione isomorfa con gli oggetti esterni e gli eventi che esse rappresentano, può consentire di rilevare dettagli significativi che non sono adeguatamente processati dal cervello a partire da una formulazione puramente verbale (Miller 2000). Il carattere spaziale delle immagini visive le rendono accessibili all'uso dell'intuizione spaziale e della manipolazione, sviluppate attraverso l'interazione sensoriale con l'ambiente fisico (Shepard 1996). Infine, forniscono immagini mentali vivide, psicologicamente efficaci.

Concepire le indicazioni della neuroscienza per interrogare la natura, il funzionamento e la struttura del sistema scolastico, potrebbe rappresentare il vero potenziale innovativo della neuroscienza applicata all'educativo.

Riferimenti bibliografici

- Berthier, J-L., Borst, G., Desnos, M., Guilleray, F. (2018). *Les neurosciences cognitives dans la classe. Guide pour expérimenter et adapter ses pratiques pédagogiques*. Paris: ESF Sciences Humaines.
- Cambi, F. (2011). Neuroscienze e pedagogia: quale rapporto? *Studi Sulla Formazione/Open Journal of Education*, 14(1), 19-25.
- Damiani, P., Santaniello, A., Gomez Paloma, F. (2015). Ripensare la Didattica alla luce delle Neuroscienze: Corpo, abilità visuospatiali ed empatia: una ricerca esplorativa. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa – Italian Journal of Educational Research*, VIII, 14.
- Dozza, L. (2003). *Il lavoro di gruppo tra relazione e conoscenza*. Firenze: La Nuova Italia.
- Dozza, L. (2006). *Relazioni cooperative a scuola*. Trento: Erickson.
- Ellerani, P. (2017). *Costruire l'ambiente di apprendimento. Prospettive di cooperative learning, service learning e problem-based learning*. Teramo: Lisciani.
- Fournier M., (2016). Enquête sur la neuropédagogie. In Fournier, M. (éd.), *Éduquer et former* (pp. 173-177), Auxerre: Sciences Humaines Édition.
- Gilbert, G. K. (2005). *Visualization in Science Education*. Dordrecht, NE: Springer.
- Houdé O., Borst G. (2018). *Mon cerveau. Questions? – Réponses!* Paris: Nathan.
- Houdé, O. (2018). *L'École du cerveau. De Montessori, Freinet et Piaget aux sciences cognitives*. Bruxelles: Mardaga.
- Lilienfeld, S. (2009). *50 Great Myths of Popular Psychology: Shattering Widespread Misconceptions about Human Behavior*. Hoboken, NJ: Blackwell Pub.
- Longo, G. (2011). *Cognizione ed emozione. Processi di interpretazione del testo letterario dalle neuroscienze cognitive all'educazione emotiva*. Lecce-Brescia: Pensa Multimedia.
- McCulloch, W. S. (1965). *Embodiments of Mind.*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Miller A. I. (2000). *Insight of Genius Imagery and Creativity in Science and Art*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Minello, R., (2011). Polisemie. In Minello, R., Margiotta, U., *POIEIN. La pedagogia e le scienze della formazione* (103-188). Lecce, Pensa MultiMedia.
- Oliverio, A. (2017). *Il cervello che impara. Neuropedagogia dall'infanzia alla vecchiaia*. Firenze: Giunti.
- Olivieri, D. (2011). *Mente cervello ed educazione. Neuroscienze e pedagogia in dialogo*. Lecce: Pensa Multimedia.
- Richardson T. E. J. (1999). *Imagery*. Abingdon, UK: Taylor and Francis.
- Rivoltella, P.C. (2011). *Neurodidattica. Insegnare al cervello che apprende*. Milano: Raffaello Cortina.
- Seron X., (2011). Can teachers count on mathematical neurosciences? In Della Sala, M., Anderson, M. (éd.), *Neuroscience in Education: The Good, the Bad and the Ugly* (pp. 84-110). Oxford: Oxford University.
- Shepard, R. N. (1996). *The science of imagery and the imagery of science*. The Annual Meeting of the American psychological Society. San Francisco.
- Vinci, V. (2019). Neuroscienze e agire educativo. *Nuova Didattica*, reperibile presso <http://nuovadidattica.lascuolaconvoi.it/agire-educativo/la-mediazione-plurale-nel-lavoro-educativo/neuroscienze-e-agire-educativo/>