

Educazione e neuroscienze

Michele Capurso

Dipartimento di Filosofia, Scienze Sociali, Umane e della Formazione,
Università degli Studi di Perugia

cantiere
aperto

Sommario

La recente diffusione delle neuroscienze e di prassi didattiche che dichiarano di ispirarsi al funzionamento del cervello porta spesso a confusione di ruoli e a sistemi educativi che non sempre sono basati sulla corretta interpretazione delle scoperte scientifiche. Il cervello è lo strumento umano che trasforma effettivamente l'insegnamento in apprendimento, ma le scoperte delle neuroscienze devono trovare un background comune e un canale di comunicazione efficace con le teorie pedagogiche e le prassi didattiche, se si vuole giungere a riformare la vita di classe e l'insegnamento su basi scientifiche. È importante distinguere i fatti reali e le false mitologie sul funzionamento del cervello. Questo articolo presenta alcune scoperte relative alle neuroscienze mostrando come in larga parte esse si colleghino a teorie già presenti e spesso consolidate nel panorama pedagogico internazionale. Se l'educazione può ricevere importanti indicazioni dalla ricerca sul funzionamento del cervello, essa rimane una disciplina che opera a livelli e con metodi diversi e deve trovare la sua strada autonoma per riuscire a collegare cervello, apprendimento e prassi educative.

Background e definizioni

In questi ultimi anni le combinazioni del prefisso «neuro» con i termini riferiti all'educazione stanno subendo una notevole espansione (neuroeducazione, neurodidattica, neuropedagogia, neuropsicologia scolastica, ecc.). Tuttavia i fondamenti epistemologici di queste nuove discipline appaiono spesso vaghi, talvolta influenzati da mode temporanee o da false mitologie. In questo articolo proviamo a fare il punto sul rapporto tra neuroscienze, processi educativi e prassi didattica.

Per semplicità in questo testo useremo il termine «neuroeducazione» come termine ombrello volto a indicare diversi gradi di

combinazione delle neuroscienze cognitive con la psicologia cognitiva, comportamentale e con le prassi educativo-didattiche (Szűcs e Goswami, 2007). Lo studio dei processi di apprendimento costituisce il ponte di collegamento tra neuroscienze e educazione, ma i campi di osservazione coinvolti e le metodologie utilizzate sono molto diversi.

Quando le neuroscienze indagano i processi di apprendimento, esse studiano in che modo il cervello impara e ricorda, ma il loro livello di osservazione parte dalle dimensioni molecolari e si estende fino ad arrivare a livello cellulare o al massimo ai sistemi fisiologici che regolano il comportamento della singola persona (Goswami, 2004; Hruby, 2012). Anche pedagogia e didattica

studiano i processi di insegnamento e di apprendimento, ma il loro livello di analisi è molto diverso. Pedagogia e didattica considerano infatti l'apprendimento come parte di un sistema complesso, che comprende il curricolo di studi, i contesti, gli insegnanti, la famiglia, il gruppo dei pari e naturalmente gli apprendimenti dell'alunno, che nelle situazioni migliori è chiamato a svolgere un ruolo attivo e consapevole lungo tutto il processo (Bertolini e Caronia, 1996; D'Amore e Frabboni, 1996; Bonaiuti, Calvani e Ranieri, 2007). In quanto sistema, inoltre, il piano di analisi della didattica e della pedagogia si estende ben oltre i processi cognitivi individuali, includendo anche processi di natura emotivo-affettiva, socio-relazionali e culturali (Frabboni, 2005), fino a estendersi a livelli macrosistemici quali il piano della analisi delle dinamiche istituzionali e di gestione del potere (Canevaro e Cocever, 2010).

Come spesso accade in campo scientifico, le radici della neuroeducazione vanno cercate abbastanza lontano nel tempo. Come indicato da Battro (2002), il problema del rapporto tra educazione e sviluppo cerebrale veniva già delineato da uno studio pubblicato addirittura alla fine del 1800 (Donaldson, 1895). In *The growth of the brain: a study of the nervous system in relation to education*, Donaldson si interrogava su quali fossero le differenze inter-individuali nel cervello e su come fosse possibile influire sulla crescita cerebrale in modo tale da migliorare lo sviluppo di capacità e attitudini umane (Hodge, 1895).

In un certo senso ci troviamo di fronte a un problema che ha radici filosofiche. Per certi aspetti il rapporto tra neuroscienza e educazione è configurabile come la relazione tra quella che Cartesio chiamava *res extensa* e *res cogitans*. Nelle *Meditazioni* del 1641 il filosofo di La Haye sosteneva che mente e

cervello esistono in due domini diversi. Uno materiale (la *res extensa*) e uno spirituale (la *res cogitans*). Per certi aspetti, ipotizzava Cartesio, il cervello assomiglia a un congegno meccanico, che come un orologio funziona in base ai movimenti coordinati delle sue parti. Ma secondo il filosofo il funzionamento del cervello fisico non spiegava quello dell'intelletto. Nella sua essenza più profonda, la mente esisteva al di là dello spazio e della materialità. La realtà psichica aveva dunque sia una componente materiale, sia una dimensione spirituale, dominio della teologia (Descartes, 1641).

Le neuroscienze, oggi, tornano ad affermare il primato della *res extensa*, dato che ogni comportamento e ogni emozione umana sono riconducibili a qualche segnale elettrochimico che attraversa determinate reti sinaptiche (Damasio e Macaluso, 1995; Chivers, 2010). D'altra parte sarebbe assurdo cercare i risultati di un'azione educativa sempre e soltanto nella creazione o attivazione di singoli circuiti neuronali. Se possiamo dare per acquisito il fatto che ogni apprendimento si rifletta in cambiamenti sinaptici nel cervello, dobbiamo anche riconoscere che non tutte le trasformazioni della rete sinaptica sono riconoscibili come cambiamenti derivanti da processi educativi. Un bravo insegnante non ha bisogno di una risonanza magnetica funzionale per sapere se un'attività didattica sta funzionando. Gli basta guardare gli alunni negli occhi, fermarsi ad ascoltarli e osservare quanto avviene in classe. D'altronde la *res cogitans* pedagogica si estende oltre i domini individuali, coinvolgendo processi di creazione di senso che hanno allo stesso tempo radici e destinatari storici, sociali, culturali e materiali (Bruner, 2009). Osservare la funzionalità delle connessioni tra singoli neuroni di per sé non è sufficiente a una valutazione pedagogica.

Cervello che cambia e educazione

Uno dei concetti fondamentali delle moderne neuroscienze è la neuroplasticità. Si tratta di un concetto relativamente nuovo, dato che per buona parte del secolo scorso i neuroscienziati avevano creduto che il cervello adulto fosse sostanzialmente statico e immutabile, un organo in cui qualunque cellula può morire, ma niente di nuovo si può creare (Begley e Schwartz, 2002).

A partire dai pionieristici esperimenti di Merzenich (Paul, Goodman e Merzenich, 1972) e Kandel (2007), oggi sappiamo che non è così. Non solo i circuiti neurologici si riorganizzano di continuo, ma si è addirittura scoperto che nuovi neuroni si possono sempre formare, anche nell'adulto (Gross, 2000; Gage, 2002; Berlucchi e Buchtel, 2009).

Proprio la neuroplasticità rappresenta il primo ponte di collegamento tra educazione e neuroscienza. Infatti, la base per poter rimodulare i propri circuiti neuronali è data dall'attività (Mundkur, 2005; Schlaug et al., 2009). È svolgendo attività e attraverso la relazione con l'ambiente circostante che il cervello riesce a creare nuove sinapsi e a rafforzare quelle già presenti. È l'esperienza del mondo che dà forma al cervello, attraverso quella che Caine e Caine (2013) definiscono una danza continua tra percezione e azione. In ultima analisi, ogni azione educativa e ogni apprendimento hanno conseguenze fisiche sul cervello, e in alcuni casi queste possono generare modifiche permanenti.

Più specificamente, oggi sappiamo che un sano sviluppo dei sistemi neurali umani è legato alla qualità e stabilità dei processi di accudimento fisico ed emotivo nella prima infanzia, come pure alle opportunità che la persona in via di sviluppo ha di stabilire e mantenere un'ampia gamma di relazioni con altri bambini, con gli adulti e con una gamma di ambienti e contesti diversi (Vayer e

Camuffo, 1997). Siamo dunque di fronte a un processo prettamente educativo (la presa di contatto e l'azione verso un ambiente esterno) e non legato alla mera maturazione spontanea di strutture interne, poiché senza stimoli esterni il cervello non si sviluppa. Il ruolo determinante svolto dall'esperienza emotiva-affettiva e di contatto fisico con il caregiver e con i pari è oggi provato dagli studi che analizzano gli effetti deleteri sullo sviluppo cerebrale derivanti da precoci esperienze di deprivazione sensoriale e affettiva sia negli animali che negli uomini (Perry, 2002). Una delle cause principali di tali deprivazioni, almeno negli Stati Uniti, è stata ricondotta a situazioni di povertà (Kishiyama et al., 2008; Hackman e Farah, 2009).

La neuroplasticità si collega a un altro importante aspetto dell'apprendimento: la creazione di automatismi. Quando nuovi circuiti sinaptici si sviluppano e si collegano, la persona trova più facile svolgere determinate attività, che in alcuni casi possono addirittura divenire automatiche.

Si pensi ad esempio all'apprendimento del processo di decodifica dei grafemi che deve effettuare un bambino che frequenta la prima primaria. Inizialmente le sue mappe neuronali non sono strutturate e la codifica deve essere «ragionata» coscientemente, sillaba per sillaba. Questo impegna una grande quantità di risorse cognitive e le distoglie da altri processi importanti, come il ragionamento, il fare inferenze e ricordare i concetti letti (Wolf, 2009).

Con il passare del tempo, facendo esercizio tutti i giorni, il bambino sviluppa mappe neurali specifiche per la decodifica dei grafemi e in qualche anno giunge a leggere in modo automatico e scorrevole. Questo è un esempio importante, perché ci fa capire che talvolta gli automatismi possono liberare la consapevolezza da lavori gravosi e ripetitivi e possono porsi al servizio di funzioni

psichiche superiori. Tuttavia, come osserva la Wolf, anche l'apprendimento della lettura si fonda su basi affettivo-relazionali: «Associare l'ascolto della lingua scritta e il sentirsi amati dà a questo lungo processo le fondamenta migliori: nessuno scienziato cognitivo o ricercatore in ambito pedagogico avrebbe saputo escogitare qualcosa di meglio» (Wolf, 2009, pp. 92-93).

Molte conferme, alcune scoperte

In realtà le neuroscienze raramente agguingono conoscenze nuove alla pedagogia. Spesso però possono giungere a rafforzare alcune sue teorie o metodologie, fornendo delle conferme basate su prove fisiologiche concrete.

Una delle indicazioni più importanti che giungono dalle neuroscienze è che a livello cerebrale la conoscenza non si trasferisce, ma viene creata nella mente di ogni studente attraverso un processo attivo (Sabitzer, 2011). In realtà le neuroscienze ci dicono che è proprio questo processo attivo di costruzione della conoscenza che giunge a creare modifiche fisiche nella struttura corticale del cervello (Begley, 2007; Doidge, 2007).

In termini didattici questo si traduce nella creazione di processi di apprendimento costruttivisti, nell'apprendimento per scoperta e nell'autoregolazione dello studente. Si tratta di principi oggi ben noti e condivisi da molti. Quello che forse non tutti i fautori del costruttivismo comprendono appieno è che questo principio dovrebbe ribaltare totalmente una prassi «didattistica» (Canevaro, 2009).

Il didattismo prevede un insegnante che insegna e un alunno, seduto, che apprende. L'azione didattica è ridotta, in tal modo, alla lettura di un libro di testo e allo svolgimento di esercizi che vengono poi corretti dal

docente (Avanzini, 1972; Capurso, 2004). Molti insegnanti sono interessati nello scoprire come le neuroscienze descrivono il cervello che apprende, ma appaiono meno disposti a modificare le proprie prassi didattiche sulla base di queste scoperte (Pickering e Howard-Jones, 2007; Caine e Caine, 2013). Non che l'insegnante divenga inutile, ma se si vuole applicare veramente il costruttivismo, il ruolo del docente deve venire completamente rivisto. Se si vuole che sia l'alunno a costruire la conoscenza, il docente dovrebbe diventare un facilitatore di processi interattivi che coinvolgono alunni, sistemi e artefatti culturali, elementi storici. Del resto il motto di Maria Montessori «aiutami a fare da solo» evidenziava già questo principio in modo molto chiaro (Montessori, 1980, p. 81).

Uno dei processi che stanno alla base della costruzione di significato è l'innata tendenza della nostra mente alla ricerca di schemi nel funzionamento del mondo e delle cose. La mente umana cerca sempre degli schemi ricorrenti nella realtà e tende a resistere quando fonti esterne cercano di imporre delle realtà senza senso (Shermer, 2008). I processi educativi dovrebbero cercare di sviluppare questa percezione di schemi di ordinamento della realtà esterna e ancora una volta questo potrebbe avvenire tramite processi attivi di costruzione di senso (Restak, 2001).

La costruzione di senso, nella sua essenza, è un processo che coinvolge le emozioni, le relazioni sociali, un certo grado di presa di contatto con il contesto in cui ci si trova, una qualche forma di azione fisica e lo stato interno e la predisposizione del soggetto che apprende (Caine e Caine, 2013). Un esempio didattico di tali processi è rappresentato dal dialogo socratico. Nel dialogo socratico la «verità» è gradatamente costruita dal dialogo che si instaura tra maestro e allievo e

si basa su domande guida, sull'osservazione e sul ragionamento di chi apprende.

Un'altra indicazione importante che deriva dalla ricerca sulle interconnessioni tra aree cerebrali diverse e sulla natura dei network neuronali riguarda il legame tra apprendimento scolastico, comprensione, emozioni, motivazioni, costruzione di significato e memoria (Fuster, 2003).

Più specificamente, le ricerche su cervello ed emozione provano che alcune forme di comprensione e le funzioni esecutive di ordine superiore che coinvolgono alcuni processi corticali dei lobi frontali sono inibite dalla paura e dal senso di impotenza appresa (Wiedenfeld et al., 1990; Peterson, 2010; LeDoux, Oliverio e Coyaud, 2011), mentre al contrario le emozioni positive, il senso di protezione e appartenenza si riflettono positivamente sull'apprendimento (Panksepp, 1998; Caine e Caine, 2013). Dunque il clima emotivo che si vive in classe, il senso di sicurezza e protezione, l'amicizia dei compagni e un atteggiamento positivo e aperto del docente divengono tutti ingredienti essenziali per la strutturazione di processi di apprendimento efficaci.

Una delle scoperte più interessanti delle neuroscienze e della psicologia cognitiva, che in certo senso dovrebbe portare a una profonda revisione di alcune prassi didattiche, soprattutto di quelle legate alle nuove tecnologie, riguarda il sovraccarico cognitivo. Per comprendere il sovraccarico cognitivo bisogna rifarsi al modello della memoria di lavoro recentemente rivisto e schematizzato da Baddeley (2003). Il modello teorico della memoria di lavoro prevede che il pensiero umano sia reso possibile da un sistema di memoria temporaneo, avente una capacità limitata, che funge da interfaccia e da mediatore tra la percezione sensoriale, l'azione, l'elaborazione di informazioni e la memoria a lungo termine. Secondo il modello di Baddeley,

la memoria di lavoro si basa su tre componenti — il taccuino visuo-spaziale, il buffer episodico e il loop fonologico — coordinati tra di loro da processi esecutivi centralizzati. Secondo l'autore la memoria di lavoro serve a rendere possibile e a facilitare un'ampia gamma di attività cognitive, quali il ragionamento, l'apprendimento e la comprensione di concetti.

Il problema principale della memoria di lavoro è rappresentato dalla sua limitata capacità di contenere informazioni. Secondo un classico studio di Miller (1956), la memoria a breve termine (il concetto antesignano della memoria di lavoro) riuscirebbe a contenere 7 ± 2 unità di informazione; altri autori ritengono che questo numero sia molto più vicino a 3 unità (LeCompte, 1999). Baddeley (1992) preferisce riferirsi al tempo necessario per pronunciare la lista di oggetti e ritiene che il loop fonologico possa contenere circa 2 secondi di parlato.

Cosa significa tutto questo in termini didattici? Significa che per insegnare in modo adeguato, soprattutto i concetti più complessi, la memoria di lavoro non va sovrastimolata, ma, al contrario, bisogna sottostimolarla se si vuole che possa lavorare nel modo più efficace. E in questo processo di regolazione della quantità di stimoli ricevuti, il medium che si utilizza può divenire determinante. Ad esempio, leggendo un libro su carta, la velocità del flusso di informazioni è facilmente regolata dal lettore, che può fermarsi, tornare indietro di una riga, riflettere su una frase letta, fare inferenze o attivare ricordi, prima di proseguire. Il testo sarà sempre lì ad aspettarlo, impresso in modo costante sulla pagina di carta che giace tranquilla sotto le proprie dita (Carr e Garassini, 2011).

Similmente, molti dei processi di insegnamento a persone con ritardo mentale prevedono che l'unità di apprendimento venga segmentata in piccole parti, semplici

e complete, che possono poi venire insegnate con una procedura passo-passo (Scataglini e Giustizi, 1998).

La teoria del sovraccarico cognitivo ci insegna che nei processi educativi il flusso e la quantità di informazioni fornite a chi apprende devono poter essere regolati con attenzione dal soggetto. Questo è un aspetto che invece viene costantemente disatteso dalla maggior parte delle tecnologie didattiche, che spesso si basano sull'idea che più informazioni e canali sensoriali si attivano, migliori saranno i risultati dell'apprendimento. A titolo di esempio potremmo citare gli ipertesti, la cui ipotizzata superiorità didattica nei confronti dei supporti cartacei è naufragata di fronte alle prove di ricerca.

Diversi studi (Zhu, 1999; Niederhauser et al., 2000; Miall e Dobson, 2006; DeStefano e LeFevre, 2007) provano come gli ipertesti conducano facilmente al sovraccarico cognitivo. Le informazioni che raggiungono il lettore e i processi decisionali legati agli iperlink vanno a saturare velocemente la memoria di lavoro compromettendo la comprensione del testo, con il risultato che le persone che leggono un testo su carta imparano meglio e di più di coloro i quali leggono il medesimo contenuto in forma ipertestuale. In educazione, non è sempre vero che di più sia meglio.

Alcuni falsi miti

Un ultimo aspetto collegato alle neuroscienze che è utile esaminare è quello dei falsi miti sul funzionamento del cervello. Proviamo a rivederne alcuni, ripercorrendo in parte quanto esposto da Rivoltella (2012) in un recente saggio e da un articolo di Geake (2008):

– *Esistono persone con dominanza del cervello sinistro (metodiche) e con dominanza del*

cervello destro (creative). In realtà il funzionamento del cervello è allo stesso tempo olistico e basato su aree specializzate. Questo mito ha origine negli anni Settanta con gli studi su persone lobotomizzate, che avevano quindi un cervello malato già in partenza e che si trovavano a vivere con i collegamenti tra i due emisferi interrotti da un intervento chirurgico. Ma la chiave del funzionamento del cervello non è la sua presunta «lateralità»: al contrario, la risonanza magnetica funzionale mostra chiaramente come il cervello funzioni grazie alla sua connettività. Il cervello opera grazie alle reti neuronali di cui è dotato e gli assoni (i collegamenti che legano tra loro neuroni diversi) possono essere abbastanza lunghi da connettere tra loro parti anche lontane tra loro. Emozione, cognizione e sentimento rappresentano elementi centrali della mente umana e sono presenti in tutte le persone. Nelle persone sane, aree funzionali dei due emisferi operano sempre in collegamento tra di loro. Questo aspetto trova ampia applicazione in campo pedagogico, dove si sottolinea l'importanza dello svolgimento di esperienze di apprendimento volte a coinvolgere globalmente l'intera persona; le esperienze di educazione attiva, sistemica o esperienziale sono tutte forme di pedagogia olistica, la quale in questo senso ha da tempo anticipato la natura dell'olismo cerebrale (Dewey, 1938; Scuola di Barbiana, 1967; Lodi, 1970; Rogers, 1981; Steiner, 1993).

– *Esistono dei limiti genetici e strutturali ai potenziali educativi. Alcune persone semplicemente non sono nate per certe materie.* Al contrario, le neuroscienze ci insegnano che è tutta una questione di educazione e di sviluppo di potenzialità tramite l'esercizio e lo svolgimento di compiti. Questo aspetto trova la sua con-

ferma più eclatante nelle storie cliniche di persone che per varie ragioni hanno subito un'emisferectomia funzionale in giovane età. Persino vivendo con metà cervello è possibile andare a scuola regolarmente, avere una vita sociale, vivere e lavorare. Non solo: nella maggior parte dei casi, l'emisferectomia non sembra compromettere lo sviluppo mentale del bambino, per quanto questo possa sembrare straordinario (Battro, 2002; van Empelen et al., 2004; Althausen et al., 2013). La psicologia dell'educazione poi ci informa su come e quanto il concetto di sé, l'autoefficacia e le credenze implicite sull'intelligenza possano fare da ostacolo o invece favorire l'apprendimento di qualunque disciplina. Non solo: migliorando questi costrutti si migliora, in certa misura, anche la motivazione e quindi l'andamento scolastico generale (Mone, Baker e Jeffries, 1995; Dweck e Moe, 2000; Valentine, DuBois e Cooper, 2004; Marsh et al., 2005; Spinath e Spinath, 2005; Dweck, 2008).

- *Usiamo solo il 10% del nostro cervello.* Il mito del 10% dell'uso del nostro cervello è una delle credenze più diffuse e prive di fondamento (Geake, 2008). Come ha osservato Begerstein (2004), in termini evolucionistici si tratta di una totale assurdità. L'evoluzione e la selezione naturale non producono mai surplus, per il semplice fatto che questo consumerebbe energia e spazio vitale senza dare nulla in cambio. Figuriamoci se la natura ci avrebbe mai dotato di un 90% di cervello inutilizzato, soprattutto all'interno di uno spazio ristretto come il cranio umano! Nonostante oggi si possano contare milioni di studi sull'anatomia cerebrale, nessuno ha mai trovato una parte del cervello inutilizzata. I potenziali di apprendimento basati sulla neuroplasticità non devono mai venire sottostimati, neppure nel cervello delle

persone più anziane, ma la neuroplasticità ha bisogno di neuroni che si attivano assieme all'interno di un cervello dinamicamente connesso con i sistemi sensoriali; non potrebbe mai realizzarsi in un organo cerebrale dotato di parti che restano inutilizzate. La sola situazione nella quale è ipotizzabile che vi sia solo l'utilizzo di un 10% del cervello è quello di persone che si trovano in stati neurovegetativi irreversibili come conseguenza di gravissimi danni cerebrali.

Conclusioni

Il dialogo tra neuroscienze e educazione rappresenta senz'altro un terreno prolifico per la strutturazione di processi educativi efficaci e per la comprensione di alcuni meccanismi essenziali all'apprendimento. Tuttavia la neuroeducazione non va neppure sovrastimata. Restano distanze notevoli tra neuroscienze — che sostanzialmente indagano processi che avvengono all'interno del cervello — e l'educazione, che si occupa in larga misura di processi culturali che hanno base sociale e storica.

Come osserva Bruer (1997), se le neuroscienze in questi anni hanno offerto importanti contributi alla comprensione di come funzionano neuroni e sinapsi, l'effettivo collegamento di queste scoperte con la strutturazione di processi educativi quotidiani è ancora abbastanza lontano da venire. Questo è in realtà un compito affidato alla pedagogia e alla didattica, le quali, dialogando con le neuroscienze, possono occuparsi proprio della traduzione delle scoperte sul funzionamento del cervello in pratiche educative applicabili nella quotidianità.

Inoltre non bisogna dimenticarsi che anche le neuroscienze presentano limiti rilevanti. Ad esempio la risonanza magnetica

funzionale, utilizzata oggi nella maggior parte degli studi neuroscientifici, presenta, secondo alcuni autori, ambiguità e imprecisioni di base, che derivano soprattutto dall'adozione di un modello funzionale del cervello di tipo lineare, che sarebbe alla base di importanti limitazioni interpretative (Logothetis, 2008).

Il dialogo tra neuroscienze e educazione potrebbe avvenire lungo direzioni diverse. Una base per tale dialogo va cercata in un linguaggio comune. È necessario che neuroscienziati e pedagogisti imparino a comunicare efficacemente e la base di tale dialogo non può che essere costituita dal linguaggio e dal metodo scientifico, condiviso da entrambe le discipline.

Chi si occupa di educazione ed è a contatto con i problemi quotidiani dell'insegnamento e dell'apprendimento potrebbe cercare di porre ai ricercatori che si occupano di neuroscienze dei quesiti precisi, delle questioni che necessitano di essere spiegate e risolte anche grazie al contributo sugli studi del funzionamento del cervello. D'altra parte, le neuroscienze possono trarre dalla prassi e dalle teorie pedagogiche e didattiche indicazioni importanti per il proprio lavoro di ricerca sul funzionamento del cervello. Ad esempio, l'apprendimento per imitazione rappresenta una prassi consolidata in campo didattico e il suo campo di applicazione si estende dalla scuola dell'infanzia fino all'apprendistato (Reboul, Armando e Massimi, 1995; D'Amore e Frabboni, 1996), eppure esso ha trovato solo di recente delle scoperte neurologiche nei neuroni specchio (Di Pellegrino et al., 1992; Meraviglia, 2012).

Un esempio di comunicazione tra neuroscienze e pedagogia è rappresentato da un progetto pilota svolto da Dommert, Devonshire, Plateau, Westwell e Greenfield (2011). Il progetto ha previsto la creazione di una serie di seminari, rivolti a insegnanti e

condotti da neuroscienziati, su temi collegati alla pratica didattica. I temi affrontati nei seminari sono stati scelti sulla base delle richieste degli insegnanti e durante gli incontri ampio spazio è stato riservato al dibattito. Nell'ultima parte degli incontri gli insegnanti venivano invitati a riflettere su come la loro prassi didattica poteva venire cambiata dalle scoperte delle neuroscienze. Al termine del ciclo di seminari, l'89% degli insegnanti ha dichiarato che la propria consapevolezza verso l'apprendimento e il proprio modo di interagire con gli alunni erano cambiati grazie al seminario. Questo progetto dimostra quindi che la chiave per giungere a dei cambiamenti nella prassi didattica è rappresentata dal dialogo, dal mutuo ascolto e dalla creazione di occasioni di dibattito tra pedagogia e neuroscienze.

In assenza di un quadro di riferimento capace di unire le neuroscienze e le scienze dell'educazione, una comunicazione efficace tra questi due mondi non sarà mai possibile. Tutto questo richiede anche un cambiamento dei pregiudizi che si presentano in ambito accademico. Non è più ammissibile, in ambito della valutazione della ricerca universitaria, sostenere e valutare positivamente solo studi e lavori settoriali. Uno degli insegnamenti più importanti delle neuroscienze è che la propensione a imparare cose nuove non è una prerogativa dell'infanzia, è invece una qualità essenziale del cervello umano. Il mondo accademico dovrebbe forse essere il primo a dover applicare questo concetto a se stesso, dato che il proprio atteggiamento corporativistico spesso finisce per ostacolare un dialogo interdisciplinare (Baccini, 2012).

Nel 1954, Skinner sosteneva che l'apprendimento è una scienza, mentre l'insegnamento è un'arte. Le neuroscienze possono fornire un contributo importante alle scienze dell'apprendimento, perché indagano cosa avviene nel cervello del soggetto che apprende. Ma

pedagogia e didattica restano intimamente legate alle azioni educative che si svolgono in un contesto e da questo punto di vista gli straordinari prodotti finali dell'arte dell'educatore, cioè gli innumerevoli e quotidiani esempi di sviluppo della mente di milioni di bambini nel mondo, restano una meraviglia che sfugge a qualsiasi tentativo di spiegazione riduzionistica.

Bibliografia

- Althausen A., Gleissner U., Hoppe C., Sassen R., Buddewig S., von Lehe M., Helmstaedter C. et al. (2013), *Long-term outcome of hemispheric surgery at different ages in 61 epilepsy patients*, «Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry», vol. 84, n. 5, pp. 529-536, doi: 10.1136/jnnp-2012-303811.
- Avanzini G. (1972), *L'insuccesso a scuola*, Napoli, Dehoniane.
- Baccini A. (2012), *La rivoluzione dall'alto nell'università italiana*, <http://www.roars.it/online/la-rivoluzione-dallalto-nelluniversita-italiana>.
- Baddeley A. (1992), *Working memory*, «Science», vol. 255, n. 5044, pp. 556-559, doi: 10.1126/science.1736359.
- Baddeley A. (2003), *Working memory: Looking back and looking forward*, «Nature Reviews Neuroscience», vol. 4, n. 10, pp. 829-839.
- Battro A.M. (2002), *Metà cervello è abbastanza. La neuroeducazione di un bambino senza emisfero destro*, Trento, Erickson.
- Begerstein B.L. (2004), *Do we really use only 10 percent of our brains?*, «Scientific American», vol. 290, n. 6, p. 116.
- Begley S. (2007), *Train your mind, change your brain: How a new science reveals our extraordinary potential to transform ourselves*, New York, Random House LLC.
- Begley S. e Schwartz J. (2002), *The mind and the brain: Neuroplasticity and the power of mental force*, New York, Regan Books.
- Berlucchi G. e Buchtel H.A. (2009), *Neuronal plasticity: Historical roots and evolution of meaning*, «Experimental Brain Research», vol. 192, n. 3, pp. 307-319, doi: 10.1007/s00221-008-1611-6.
- Bertolini P. e Caronia L. (1996), *Dizionario di pedagogia e scienze dell'educazione*, Bologna, Zanichelli.
- Bonaiuti G., Calvani A. e Ranieri M. (2007), *Fondamenti di didattica, teoria e prassi dei dispositivi formativi*, Roma, Carocci.
- Bruer J.T. (1997), *Education and the brain: A bridge too far*, «Educational Researcher», vol. 24, n. 8, pp. 4-16.
- Bruner J.S. (2009), *La mente a più dimensioni*, Roma-Bari, Laterza.
- Caine R.N. e Caine G. (2013), *The brain / mind principles of natural learning*. In T.B. Jones (a cura di), *Education for the human brain: A road map to natural learning in schools*, Plymouth, UK, Rowman & Littlefield Education, pp. 43-63.
- Canevaro A. (2009), *La lunga strada dell'integrazione nella società per una vita autonoma e indipendente*, «L'Integrazione Scolastica e Sociale», vol. 8, n. 5, pp. 417-439.
- Canevaro A. e Cocever E. (2010), *Introduzione*. In A. Vasquez e F. Oury (a cura di), *L'organizzazione della classe inclusiva. La pedagogia istituzionale per un ambiente educativo aperto ed efficace*, Trento, Erickson, pp. 9-21.
- Capurso M. (2004), *Relazioni educative e apprendimento: modelli e strumenti per una didattica significativa*, Trento, Erickson.
- Carr N.G. e Garassini S. (2011), *Internet ci rende stupidi? Come la rete sta cambiando il nostro cervello*, Milano, Raffaello Cortina.
- Chivers T. (2010), *Neuroscience, free will and determinism: I'm just a machine*, «The Telegraph», <http://www.telegraph.co.uk/science/8058541/Neuroscience-free-will-and-determinism-Im-just-a-machine.html>.
- Damasio A.R. e Macaluso F. (1995), *L'errore di Cartesio: emozione, ragione e cervello umano*, Milano, Adelphi.
- D'Amore B. e Frabboni F. (1996), *Didattica generale e didattiche disciplinari*, Milano, FrancoAngeli.
- Descartes R. (1641), *Meditationes de prima philosophia*, Paris, Soly, trad. it. *Meditazioni metafisiche*, Roma, Armando, 2003.
- DeStefano D. e LeFevre J.-A. (2007), *Cognitive load in hypertext reading: A review*, «Computers in Human Behavior», vol. 23, n. 3, pp. 1616-1641.
- Dewey J. (1938), *Experience and education*, New York, Collier Books.

- Di Pellegrino G., Fadiga L., Fogassi L., Gallese V. e Rizzolatti G. (1992), *Understanding motor events: A neurophysiological study*, «Experimental Brain Research», vol. 91, n. 1, pp. 176-180.
- Doidge N. (2007), *The brain that changes itself: Stories of personal triumph from the frontiers of brain science*, New York, Penguin.
- Dommett E.J., Devonshire I.M., Plateau C.R., Westwell M.S. e Greenfield S.A. (2011), *From Scientific Theory to Classroom Practice*, «The Neuroscientist», vol. 17, n. 4, pp. 382-388, doi: 10.1177/1073858409356111.
- Donaldson H.H. (1895), *The growth of the brain: A study of the nervous system in relation to education*, London, Walter Scott.
- Dweck C.S. (2008), *Mindset: The new psychology of success*, New York, Ballantine Books.
- Dweck C.S. e Moe A. (2000), *Teorie del sé: intelligenza, motivazione, personalità e sviluppo*, Trento, Erickson.
- Frabboni F. (2005), *Società della conoscenza e scuola*, Trento, Erickson.
- Fuster J.M. (2003), *Cortex and mind: Unifying cognition*, New York, Oxford University Press.
- Gage F.H. (2002), *Neurogenesis in the adult brain*, «The Journal of Neuroscience», vol. 22, n. 3, pp. 612-613.
- Geake J. (2008), *Neuromythologies in education*, «Educational Research», vol. 50, n. 2, pp. 123-133.
- Goswami U. (2004), *Neuroscience and education*, «British Journal of Educational Psychology», vol. 74, n. 1, pp. 1-14, doi: 10.1348/000709904322848798.
- Gross C.G. (2000), *Neurogenesis in the adult brain: Death of a dogma*, «Nature Reviews Neuroscience», vol. 1, n. 1, pp. 67-73.
- Hackman D.A. e Farah M.J. (2009), *Socioeconomic status and the developing brain*, «Trends in Cognitive Sciences», vol. 13, n. 2, pp. 65-73, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.003>.
- Hodge C.F. (1895), *Book review: The growth of the brain. A study of the nervous system in relation to education by Henry Herbert Donaldson*, «The American Journal of Psychology», vol. 7, n. 1, pp. 123-127, doi: 10.2307/1412042.
- Hruby G.G. (2012), *Three requirements for justifying an educational neuroscience*, «British Journal of Educational Psychology», vol. 82, n. 1, pp. 1-23, doi: 10.1111/j.2044-8279.2012.02068.x.
- Kandel E.R. (2007), *In search of memory: The emergence of a new science of mind*, New York, WW Norton & Company.
- Kishiyama M.M., Boyce W.T., Jimenez A.M., Perry L.M. e Knight R.T. (2008), *Socioeconomic disparities affect prefrontal function in children*, «Journal of Cognitive Neuroscience», vol. 21, n. 6, pp. 1106-1115, doi: 10.1162/jocn.2009.21101.
- LeCompte D.C. (1999), *Seven, plus or minus two, is too much to bear: Three (or fewer) is the real magic number*, Paper presented at the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, September 1999, vol. 43, n. 3, pp. 289-292.
- LeDoux J., Oliverio A. e Coyaud S. (2011), *Il cervello emotivo*, Milano, Corriere della Sera.
- Lodi M. (1970), *Il paese sbagliato: diario di un'esperienza didattica*, Torino, Einaudi.
- Logothetis N.K. (2008), *What we can do and what we cannot do with fMRI*, «Nature», vol. 453, n. 7197, pp. 869-878, doi: 10.1038/nature06976.
- Marsh H.W., Trautwein U., Lüdtke O., Köller O. e Baumert J. (2005), *Academic self-concept, interest, grades, and standardized test scores: Reciprocal effects models of causal ordering*, «Child Development», vol. 76, n. 2, pp. 397-416, doi: 10.1111/j.1467-8624.2005.00853.x.
- Meraviglia M. (2012), *Sistemi motori. Movimento apprendimento, comunicazione*, Milano, Springer.
- Miall D.S. e Dobson T. (2006), *Reading hypertext and the experience of literature*, «Journal of Digital Information», vol. 2, n. 1, pp. 1-20.
- Miller G.A. (1956), *The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information*, «Psychological Review», vol. 63, n. 2, p. 81.
- Mone M.A., Baker D.D. e Jeffries F. (1995), *Predictive validity and time dependency of self-efficacy, self-esteem, personal goals, and academic performance*, «Educational and Psychological Measurement», vol. 55, n. 5, pp. 716-727, doi: 10.1177/0013164495055005002.
- Montessori M. (1980), *La scoperta del bambino*, Milano, Garzanti, ed. or. 1950.
- Mundkur N. (2005), *Neuroplasticity in children*, «The Indian Journal of Pediatrics», vol. 72, n. 10, pp. 855-857.

- Niederhauser D.S., Reynolds R.E., Salmen D.J. e Skolmoski P. (2000), *The influence of cognitive load on learning from hypertext*, «Journal of Educational Computing Research», vol. 23, n. 3, pp. 237-256.
- Panksepp J. (1998), *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*, New York, Oxford University Press.
- Paul R.L., Goodman H. e Merzenich M. (1972), *Alterations in mechanoreceptor input to Brodmann's areas 1 and 3 of the postcentral hand area of Macaca mulatta after nerve section and regeneration*, «Brain Research», vol. 39, n. 1, pp. 1-19.
- Perry B. (2002), *Childhood experience and the expression of genetic potential: What childhood neglect tells us about nature and nurture*, «Brain and Mind», vol. 3, n. 1, pp. 79-100, doi: 10.1023/A:1016557824657.
- Peterson C. (2010), «*Learned Helplessness*». In *The Corsini Encyclopedia of Psychology*, Hoboken, NJ, John Wiley & Sons.
- Pickering S.J. e 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», vol. 1, n. 3, pp. 109-113, doi: 10.1111/j.1751-228X.2007.00011.x.
- Reboul O., Armando V.O. e Massimi P. (1995), *Apprendimento, insegnamento e competenza. Per una nuova filosofia dell'educazione*, Roma, Armando.
- Restak R.M. (2001), *The secret life of the brain*, Washington, DC, Joseph Henry Press.
- Rivoltella P.C. (2012), *Neurodidattica. Insegnare al cervello che apprende*, Milano, Raffaello Cortina.
- Rogers C.R. (1981), *Libertà nell'apprendimento*, 3a ed., Firenze, Giunti Barbera.
- Sabitzer B. (2011), *Neurodidactics: Brain-based ideas for ICT and computer science education*, «International Journal of Learning», vol. 18, n. 2, pp. 167-177.
- Scataglini C. e Giustizi A. (1998), *Adattamento dei libri di testo. Semplificazione progressiva delle difficoltà*, Trento, Erickson.
- Schlaug G., Forgeard M., Zhu L., Norton A., Norton A. e Winner E. (2009), *Training-induced neuroplasticity in young children*, «Annals of the New York Academy of Sciences», vol. 1169, n. 1, pp. 205-208.
- Scuola di Barbiana (1967), *Lettera a una professoressa*, Firenze, Libreria editrice fiorentina.
- Shermer M. (2008), *Patternicity: Finding meaningful patterns in meaningless noise*, «Scientific American», vol. 299, n. 6, pp. 48-48.
- Skinner B.F. (1954), *The science of learning and the art of teaching*, «Harvard Educational Review», vol. 24, n. 2, pp. 86-97.
- Spinath B. e Spinath F.M. (2005), *Longitudinal analysis of the link between learning motivation and competence beliefs among elementary school children*, «Learning and Instruction», vol. 15, n. 2, pp. 87-102, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.04.008.
- Steiner R. (1993), *Arte dell'educazione*, Milano, Editrice antroposofica, ed. or. 1919.
- Szűcs D. e Goswami U. (2007), *Educational neuroscience: Defining a new discipline for the study of mental representations*, «Mind, Brain, and Education», vol. 1, n. 3, pp. 114-127, doi: 10.1111/j.1751-228X.2007.00012.x.
- Valentine J.C., DuBois D.L. e Cooper H. (2004), *The relation between self-beliefs and academic achievement: A meta-analytic review*, «Educational Psychologist», vol. 39, n. 2, pp. 111-133, doi: 10.1207/s15326985ep3902_3.
- van Empelen R., Jennekens-Schinkel A., Buskens E., Helders P.J.M. e van Nieuwenhuizen O. (2004), *Functional consequences of hemispherectomy*, «Brain», vol. 127, n. 9, pp. 2071-2079, doi: 10.1093/brain/awh224.
- Vayer P. e Camuffo M. (1997), *Come il bambino apprende*, Roma, Magi.
- Wiedefeld S.A., O'Leary A., Bandura A., Brown S., Levine S. e Raska K. (1990), *Impact of perceived self-efficacy in coping with stressors on components of the immune system*, «Journal of Personality and Social Psychology», vol. 59, n. 5, pp. 1082-1094, doi: 10.1037/0022-3514.59.5.1082.
- Wolf M. (2009), *Proust e il calamaro: storia e scienza del cervello che legge*, Milano, Vita e Pensiero.
- Zhu E. (1999), *Hypermedia interface design: The effects of number of links and granularity of nodes*, «Journal of Educational Multimedia and Hypermedia», vol. 8, n. 3, pp. 331-358.

Abstract

The recent spread of neuroscience and teaching practices which claim to be inspired by the workings of the brain often lead to a confusion of roles and to educational systems which are not always based upon the correct interpretation of scientific discoveries. The brain is the greatest tool we possess capable of transforming teaching and learning, but neuroscientific discoveries must find a common background and an effective channel of communication with pedagogical theories and teaching practices if we are to reform class life and teaching on scientific grounds. It is important to distinguish actual facts from myths on the workings of the brain. This article presents a selection of neuroscientific discoveries and proves how they are mostly connected to existent and often consolidated theories from the field of international pedagogy. Whilst education can receive important recommendations from research on the workings of the brain, it nevertheless continues to be a discipline which operates on different levels and with different methodologies and it must find its own way independently in order to connect the brain with learning and with educational practices.