



ISSN: 2038-3282

Publicato il: febbraio 2023

©Tutti i diritti riservati. Tutti gli articoli possono essere riprodotti con l'unica condizione di mettere in evidenza che il testo riprodotto è tratto da www.qtimes.it
Registrazione Tribunale di Frosinone N. 564/09 VG

Research trends in Educational Neuroscience: Textual Analysis and mapping of the latest scholarly publications

Temi e tendenze di ricerca delle Neuroscienze Educative: Analisi Testuale e mappatura delle più recenti pubblicazioni accademiche

di

Chiara Fante

chiara.fante@itd.cnr.it

Giuseppe Città

giuseppe.citta@itd.cnr.it

Dario La Guardia

dario.laguardia@itd.cnr.it

Flavio Manganello

flavio.manganello@itd.cnr.it

Istituto per le Tecnologie Didattiche (ITD)

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

Abstract:

Despite the existing debate about the potential critical issues in translating neuroscientific findings into effective educational practices, Educational Neuroscience (EN) could be defined as an interdisciplinary field involving different perspectives and research areas in in constantly developing. The aim of the present study was to map and identify the main issues addressed in research carried

©Anicia Editore

QTimes – webmagazine

Anno XV – vol. 2., n. 1, 2023

www.qtimes.it

doi: 10.14668/QTimes_15158

out in the EN over the past five years through a quantitative textual analysis of abstracts published by the three leading international journals on the field. Specifically, the co-occurrence relationships of selected keywords were explored (*Co- word Analysis*) and the main Thematic Cores were identified (*Thematic Analysis of Elementary Contexts*). The results, which confirm the richness of research conducted in EN and the heterogeneity of approaches used, are discussed in light of possible implications for future study and application directions.

Keywords: Educational Neuroscience; Research Trends; Textual Analysis; Main Thematic Cores

Abstract:

Nonostante il dibattito esistente sulle possibili criticità nel tradurre i risultati neuroscientifici in pratiche educative efficaci, le Neuroscienze Educative (NE) possono essere definite come un campo interdisciplinare che coinvolge prospettive e aree di ricerca differenti in continua evoluzione. L'obiettivo del presente studio è stato quello di mappare ed identificare i principali temi affrontati nelle ricerche condotte nel campo delle NE negli ultimi cinque anni tramite un'analisi testuale quantitativa degli abstract pubblicati dalle tre principali riviste internazionali sull'argomento. Nello specifico, sono state esplorate le relazioni di co-occorrenza di parole chiave selezionate (*Co- world Analysis*) ed identificati i Nuclei Tematici principali (*Analisi Tematica dei Contesti Elementari*). I risultati, che confermano la ricchezza delle ricerche condotte nell'ambito delle NE e l'eterogeneità degli approcci utilizzati, sono discussi alla luce delle possibili implicazioni per le future direzioni di studio ed applicazione.

Parole chiave: Neuroscienze Educative; Tendenze di Ricerca; Analisi Testuale, Nuclei Tematici

1. Introduzione

Con i termini “*Educational Neuroscience*”, “*Neuroeducation*”, “*Mind, Brain and Education*”¹ ci si riferisce comunemente ad un campo interdisciplinare che coinvolge prospettive e aree di ricerca differenti e che ha come obiettivo generale la rilettura delle pratiche e delle politiche educative alla luce delle evidenze neuroscientifiche sui processi cerebrali sottostanti l'apprendimento (Thomas et al., 2019). Nonostante il crescente interesse della comunità scientifica, la possibile integrazione fra i risultati delle Neuroscienze e l'Educazione è ancora un dibattito aperto. Una delle prime sfide che questo campo di indagine si trova a fronteggiare riguarda infatti la definizione della sua missione, delle sue aree di competenza e dei suoi obiettivi (Szűcs & Goswami, 2007), anche alla luce delle frequenti e persistenti applicazioni dirette e semplicistiche delle conoscenze neuroscientifiche in ambito educativo, senza che esse siano inquadrare in alcuna teoria e senza le necessarie prove scientifiche a supporto (Della Sala & Anderson, 2012; Cubelli & Della Sala, 2022). Negli ultimi

¹ Sulla interscambiabilità di questi termini non c'è un comune accordo fra i ricercatori (Tokuhamma-Espinosa, 2010). Nel contesto italiano viene spesso utilizzato il termine “Neurodidattica”, in seguito alla proficua riflessione sul tema avviata da Pier Cesare Rivoltella (2012). Nel presente contributo verrà impiegato il termine più generale di “Neuroscienze Educative” (NE).

decenni, un intenso e proficuo dibattito su questo tema è stato aperto da un articolo di John Bruer (1997), nel quale viene dichiarato che le Neuroscienze hanno poco da offrire agli insegnanti e che la Psicologia Cognitiva rappresenta l'unico ponte percorribile per collegare le conoscenze sul funzionamento del cervello alle teorie educative. Inoltre, parallelamente a numerose pubblicazioni che testimoniano una maggiore attenzione a come il cervello si sviluppa ed impara, si assiste in diversi paesi ad una proliferazione di studi sulla diffusione dei “*neuromiti*”, definiti come malintesi generati da una lettura errata di fatti scientificamente stabiliti dalla ricerca sul cervello per giustificarne l'uso in ambito educativo (OECD, 2002; Torrijos-Muelas et al., 2021). Le ricerche empiriche hanno identificato diversi fattori legati alla nascita e alla proliferazione dei neuromiti, come le differenze nella formazione e nel linguaggio tecnico tra il campo educativo e quello neuroscientifico (Howard-Jones, 2014), l'accesso limitato per molti educatori alle riviste scientifiche peer-reviewed (Ansari & Coch, 2006), la diffusione di programmi commerciali “Brain-Based” di dubbia validità scientifica (Della Sala & Anderson, 2012).

In seguito a queste criticità evidenziate e in risposta alle posizioni più scettiche, alcuni ricercatori hanno cercato di chiarire come la conoscenza della struttura e del funzionamento del cervello possano impattare positivamente sul campo dell'istruzione e sulle metodologie didattiche, sostenendo che le Neuroscienze Educative (NE) dovrebbero spiegare come gli studenti apprendono e come i processi di apprendimento modificano il nostro cervello (Howard-Jones et al., 2016), ed avviare una riflessione più generale, centrata su una stretta collaborazione fra il mondo della ricerca e gli insegnanti, finalizzata a identificare risposte efficaci a quesiti comuni (Ansari & Coch, 2006). In particolare, alcuni contributi scientifici sul tema, enfatizzano il ruolo specifico che potrebbe essere svolto dalle Neuroscienze Cognitive in campo educativo, i cui metodi hanno il potenziale per fornire informazioni importanti per la progettazione e l'erogazione dei curricula educativi e per la qualità dell'insegnamento stesso, contribuendo anche all'identificazione precoce degli studenti con bisogni educativi speciali (prevenendo quindi ulteriori criticità e potenziandone le abilità essenziali; Goswami 2004; Geake & Cooper, 2003; Damiani, Santaniello & Paloma, 2015). Tuttavia, in diversi lavori pubblicati negli ultimi anni, viene sottolineato come le conoscenze nel campo delle Neuroscienze, comprese le Neuroscienze Cognitive, dovrebbero essere integrate con quelle di altre aree di ricerca e discipline altrettanto rilevanti e che contribuiscono nel loro insieme alla comprensione dei processi di apprendimento; un dialogo multidisciplinare dovrebbe quindi essere promosso a diversi livelli, compreso quello fra neuroscienziati ed educatori (Goswami & Bryant; 2007; Christodoulou & Gaab 2009; Gola, 2020). Le conoscenze sulle funzioni cognitive e sui meccanismi cerebrali sottostanti all'apprendimento, infatti, sono potenzialmente solo uno dei temi che può arricchire gli attuali approcci pedagogici. Choudhury & Gold (2011) hanno a tal proposito introdotto il concetto di “*cervello situato*” per enfatizzare come i processi cerebrali di un individuo, compresi quelli connessi all'apprendimento, avvengano sempre in uno specifico contesto fisico e relazionale; il modo in cui gli studenti apprendono varia quindi a seconda di variabili contestuali quali le relazioni dello studente con l'insegnante e con i compagni, le dinamiche culturali e sociali dell'ambiente di apprendimento (Uncapher, 2019). A tal proposito, i recenti progressi in altri campi quali le Neuroscienze Affettive (Panksepp & Biven, 2012) e le Neuroscienze Sociali (Cacioppo & Cacioppo, 2013) hanno evidenziato importanti connessioni tra funzioni cognitive ed emotive e l'importanza di fattori connessi al contesto

relazionale e sociale che possono contribuire in modo significativo alla comprensione dell'apprendimento nel contesto scolastico (Immordino-Yang & Damasio, 2007; Cozolino, 2013). Ancora, è ormai evidente che i processi cognitivi non sono limitati a ciò che avviene all'interno del Sistema Nervoso Centrale, coinvolgendo più ampie strutture corporee in interazione con l'ambiente, come evidenziato principalmente dagli approcci dell'Embodied Cognition (Lakoff, 1999) e dell'Enazione (Varela et al., 2017).

Risulta quindi evidente come la discussione sugli obiettivi delle Neuroscienze Educative e sul relativo contributo dei diversi campi della ricerca a questo nuovo ambito disciplinare non sia ancora concluso. A tal riguardo, una recente rassegna ha cercato di definirne in modo più chiaro i confini tramite un'analisi tematica delle definizioni e delle missioni dichiarate nella letteratura scientifica degli ultimi trent'anni, identificando tre pilastri fondamentali che connotano il campo di indagine in oggetto (Feiler & Stabio, 2018): l'applicazione delle Neuroscienze alla classe e nell'innovazione didattica, la forte e necessaria collaborazione interdisciplinare e la traduzione di linguaggi e metodi che storicamente appartengono a discipline diverse. Rispetto al primo tema identificato, le Neuroscienze Educative dovrebbero essere quindi considerate autonome rispetto ad altri campi correlati (come, ad esempio, le Neuroscienze Cognitive), poiché si estendono alle scienze sociali e alle scienze applicate e sono finalizzate a potenziare le pratiche educative in contesti reali. Il secondo aspetto che dovrebbe connotare fortemente le NE è la stretta collaborazione tra diverse figure professionali e di ricerca; tuttavia, sebbene esistano esempi di team interdisciplinari che collaborano efficacemente a livello internazionale, permangono ancora ostacoli alla costruzione di obiettivi condivisi, probabilmente anche dovuti alle difficoltà di creare un linguaggio comune fra i settori disciplinari (Spitzer, 2002). La stessa divulgazione dei risultati neuroscientifici agli educatori può rappresentare una sfida per il futuro, vista la necessità che essa non sia intesa come semplice trasmissione di saperi provenienti da setting sperimentali e di laboratorio, spesso poco comprensibili e non immediatamente generalizzabili ai contesti naturali, ma che diventi una co-costruzione di conoscenze centrate sul reciproco scambio. A tal fine, viene sottolineata la necessità di formazione di nuove figure professionali in grado di operare nell'intersezione di saperi quali l'educazione, la psicologia e le neuroscienze, di portare le esigenze che nascono dai setting reali di apprendimento nei laboratori di ricerca (Tokuhami-Espinosa, 2010; 2018) e, viceversa, di ampliare gli ambienti di sperimentazione laboratoriale estendendo la possibilità di studiare i processi cognitivi e di apprendimento in contesti ecologici che vanno oltre una singola e limitata sessione sperimentale.

Alla luce del dibattito ancora esistente, questo contributo ha cercato di mappare ed esplorare i principali temi affrontati nelle ricerche condotte nel campo delle NE tramite un'analisi testuale delle pubblicazioni delle tre principali riviste internazionali del settore con l'obiettivo di identificare le aree di indagine e di applicazione più recenti.

2. Metodo

Il presente studio ha adottato un approccio quantitativo per l'analisi dei testi al fine di esplorare le tendenze e i principali temi di ricerca affrontati negli ultimi anni dalle NE attraverso un'analisi di tipo bottom-up delle co-occorrenze di parole chiave emergenti dalle più recenti pubblicazioni

scientifiche. A tal fine, è stato utilizzato il software T-LAB, costituito da un insieme di strumenti linguistici, statistici e grafici per l'analisi dei testi (Lancia, 2004).

2.1 Materiale

Per le analisi sono state primariamente selezionate le riviste scientifiche che soddisfacevano i seguenti criteri di inclusione: un interesse specificatamente rivolto al tema delle Neuroscienze Educative, l'indicizzazione nella banca dati di Scopus, la pubblicazione in lingua inglese dopo un processo di peer-reviewed. Sulla base di queste caratteristiche, sono stati quindi considerati gli articoli pubblicati negli ultimi cinque anni (Gennaio 2017/Maggio 2022) da *Mind, Brain and Education* (N= 157), *Trends in Neuroscience and Education* (N= 83) e dalla sezione "Educational Neuroscience" della rivista *Brain Sciences* (N= 15). Per la costruzione del corpus di testo da analizzare, per ciascun articolo sono stati quindi selezionati il titolo, l'abstract e le parole chiave.

2.2 Analisi

Tutti i titoli, gli abstract e le parole chiave degli articoli selezionati sono stati raccolti in un unico file di testo. Preliminarmente alle analisi, sono state compiute alcune operazioni sull'intero corpus ottenuto al fine di migliorare la qualità degli output. In particolare, prima dell'importazione del corpus nel software, il materiale è stato pulito da una serie di lemmi non rilevanti per le analisi (per esempio i valori numerici). Quindi, tramite T-LAB, si è provveduto a:

- applicare una lista automatica di "stop world" (ossia parole "vuote" che da sole non veicolano significati, come per esempio avverbi, verbi ausiliari e modali e preposizioni);
- creare una lista di "multiwords", ossia sottoinsiemi di nomi composti o locuzioni (per esempio "Executive Functions", "Scientific Knowledge", "Educational Practice");
- raggruppare parole e termini simili (per esempio, "Executive Function", "Executive Functions" e "EF", sono state raggruppate in un'unica parola chiave, così come "Working Memory" e "WM" ed "Electroencephalography" ed "EEG");
- selezionare come "parole-chiave" da sottoporre ad analisi i lemmi con un'occorrenza nell'intero corpus superiore a 10;
- eliminare ulteriori item fra le parole-chiave individuate dal software che non veicolavano particolari significati di interesse per lo studio (per esempio, "results", "statistical", "control group", "finding").

In seguito alla fase di preparazione del corpus, sono stati utilizzati dei grafici dinamici per una prima mappatura visiva del testo tramite lo strumento di *Graph Maker*. In seguito, è stata applicata la funzione *Co-world analysis* per analizzare e rappresentare graficamente le occorrenze delle singole parole-chiave del testo in analisi. Nello specifico, con il termine "occorrenza" ci si riferisce al numero di volte (frequenza) con cui una singola unità lessicale (UL) è presente all'interno dell'intero corpus. Per tale analisi, al fine di migliorare la qualità dei risultati, sono state selezionate le parole-chiave ritenute più rilevanti fra quelle individuate automaticamente dal software sulla base della loro occorrenza. Infine, è stata utilizzata la funzione *Analisi Tematica dei Contesti Elementari* che consente di ottenere una rappresentazione del contenuto del corpus attraverso pochi e significativi

cluster tematici, ciascuno dei quali risulta costituito da un insieme di frasi (“Contesti Elementari”; CE) caratterizzati dagli stessi pattern di parole- chiave e descritto attraverso i lemmi che più lo caratterizzano. Ogni nucleo tematico emergente è quindi caratterizzato da un insieme di parole che condividono gli stessi contesti di riferimento e può essere considerato un “filo rosso” non immediatamente visibile all’interno della trama complessiva del testo.

3. Risultati

Al termine delle operazioni preliminari di preparazione del testo, la lista di parole- chiave è risultata composta da 323 lemmi e l’intero corpus da 38.577 occorrenze. È possibile osservare una prima sintesi visiva delle parole più frequenti nella World- Cloud in Figura 1 e nel grafico Bar- Chart in Figura 2.

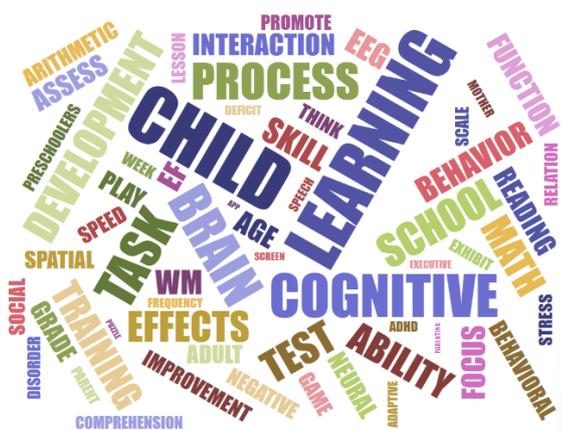


Fig. 1- World Cloud: rappresentazione grafica delle parole più frequenti (grandezza delle parole in funzione della loro frequenza di occorrenza)

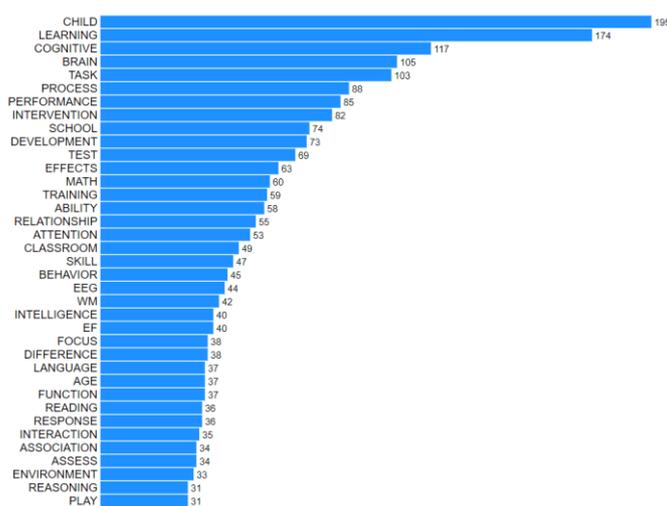


Fig. 2- Lemmi più frequenti e loro occorrenza (frequenza)

Le analisi effettuate hanno identificato cinque cluster principali che, in seguito ad una prima esplorazione delle UL che li caratterizzano, sono stati nominati: “*Cognition*”, “*Classroom*”, “*Child*”, “*Mind Brain Education (MBE)*” e “*Neuromyths*” (Figura 4). Alcuni dei lemmi che più caratterizzano ciascun cluster e il relativo χ^2 sono riportati in Figura 5.

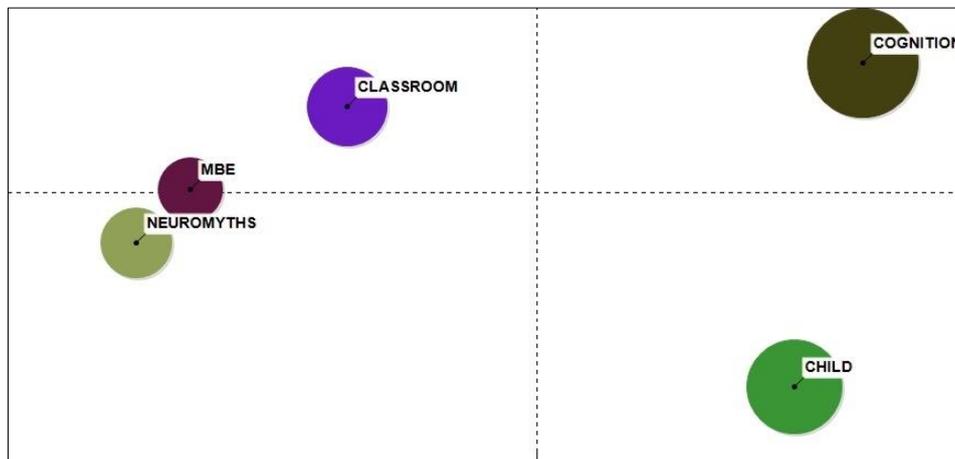


Fig. 4- Analisi Tematica dei Contesti Elementari: mappa dei nuclei tematici identificati

Esplorando i lemmi che caratterizzano il cluster denominato “*Cognition*”, è possibile osservare come essi facciano per lo più riferimento a temi propri della Psicologia e delle Neuroscienze Cognitive (“*reading*”, “*Working Memory*”, “*inhibitory control*”, “*cognitive flexibility*”, “*executive functions*”). Ciò suggerisce che uno dei principali temi affrontati dalle ricerche nel campo delle NE riguarda lo studio sistematico delle funzioni cognitive sottese all’apprendimento (“*learning performance*”), oltre alla loro valutazione (“*assessment*”), anche tramite strumenti oggettivi di rilevazione come l’elettroencefalografia, i potenziali evento- correlati e la risonanza magnetica funzionale (“*EEG*”, “*alpha*”, “*ERP*”, “*fMRI*”).

CLUSTER 1: “Cognition”

task (187,15), WM (134,05), reading (63,392), speed (54,43), arithmetic (54,1), comprehension (52,4), numerical (44,52), inhibitory_control (29,102), speech (28,78), learning_performance (26,17), cognitive (23,625), phonological (18,31), load (18,085), cognitive_flexibility (15,69), verbal_and_visuospatial (15,69), assessment (14,94), cognitive_performance (14,32), reading_comprehension (13,44), mental_simulation (10,46), alpha (11,98), ERP (10,46), EEG (7,98), EF (6,72), fMRI (6,54)

CLUSTER 2: “Classroom”

student (391,25), schools (61,86), practice (47,8), academic_performance (47,43), anxiety (35,36), achievement (35,27), difficulty (29,12), reconsolidation (21,41), classroom (21,24), engagement (17,84), anxiety_and_achievement (17,13), growth_mindset (17,12), attitude (15,38), peer (9,8), STEM (8,9), strategy (7,97), authentic (7,87), achieve (6,66), kindergarten (6,28)

CLUSTER 3: “Child”

child (132,2), age (55,02), function (52,79), mother (48,23), readiness (48,23), EF (27,3), preschool_children (25,15), parent (21,27), ASD (18,64), caregiving (18,64) science_and_maths (16,61), social_expectations (16,61), prosocial_behaviors (13,28), app (12,79), ADHD (10,78), curiosity (9,18), autism (6,97), stress (6,9), puzzle (25,15)

CLUSTER 4: “Mind Brain Education”

mind (145,62), education (137,53), Brain (83,78) interdisciplinary (65,69), Mind_Brain_Education (58,66), learning (43,28), framework (29,01), understanding (25,77), future (19,23), implication (18,55), researcher (16,54), research (12,04), neuroscience (12,01), educational_practice (10,42), innovative (10,42), professional (9,96), discipline (8,66), science_of_learning (8,47), translate (8,27), Cognitive_Science (6,2), knowledge (4,79), contribution (4,62)

CLUSTER 5: “Neuromyths”

neuromyths (216,61), educational_neuroscience (97,34), teacher (71,9), research (67,73), challenge (47,79), literature (46,77), belief (32,36), brain_knowledge (30,79), approach (22,35), myth (20,44), teacher_training (15,38), learning-style (11,58), questionnaire (8,72), knowledge (6,83), perception (6,25)

Fig. 5: Unità Lessicali rappresentative di ciascun cluster e relativo valore di χ^2 ($p \leq 0,05$)

Il secondo tema emergente, denominato in base alle sue UL con il lemma “Classroom”, sembra invece confermare il tentativo di trasferire le conoscenze neuroscientifiche al contesto scolastico e di adottare approcci più ecologici in setting naturalistici, come evidenziabile dai lemmi “*student*”, “*school*”, “*classroom*”, “*kindergarten*”. Le altre parole-chiave che caratterizzano il nucleo tematico testimoniano lo sforzo di utilizzare le conoscenze neuroscientifiche per migliorare i processi di apprendimento (“*academic performance*”; “*achievement*”; “*reconsolidation*”; “*engagement*”) e proporre nuovi approcci didattici (“*strategy*”, “*practice*”, “*growth mindset*”).

Il cluster denominato “Child”, conferma il notevole interesse dei recenti studi del settore verso gli studenti più piccoli, probabilmente connesso alle numerose evidenze scientifiche relative alla neuroplasticità cerebrale e all’importanza delle interazioni con l’ambiente, compreso quello educativo, nei primi anni di sviluppo (lemmi “*child*”, “*pre-scholar*”). Le UL che caratterizzano il cluster evidenziano anche un’attenzione da parte della comunità scientifica verso i bambini con bisogni educativi speciali (“*ADHD*”, “*autism*”) e verso lo studio dei processi cognitivi e sociali sottesi all’apprendimento (“*EF*”, “*prosocial behaviors*”, “*curiosity*”).

Osservando le parole-chiave del quarto nucleo tematico ridenominato “Mind Brain Education”, è possibile ipotizzare che diversi lavori di ricerca pubblicati negli ultimi anni siano ancora dedicati ad una riflessione sui confini e la mission generale delle NE, quindi alla traslazione delle conoscenze

neuroscientifiche al campo educativo (“*translate*”), enfatizzando il carattere multidisciplinare (“*interdisciplinary*”) ed innovativo (“*innovative*”) di questa nuova cornice teorica (“*framework*”). Infine, si osserva come la riduttiva ed erronea traduzione dei risultati delle ricerche neuroscientifiche in campo educativo e la diffusione dei neuromiti fra gli insegnanti siano ancora oggetto dell’interesse dei ricercatori in questo campo, come rappresentato dal quinto cluster denominato “*Neuromyths*” (lemmi “*neuromyths*”, “*belief*”, “*learning style*”, “*teacher*”). Alcune UL che connotano il cluster suggeriscono inoltre che alcuni lavori scientifici su questo tema sono stati rivolti allo sviluppo di specifici strumenti e alla rilevazione di queste credenze erranee (“*questionare*”), oltre che all’implementazione di percorsi di formazione degli insegnanti sulle conoscenze neuroscientifiche (“*teacher training*”).

4. Discussioni

Complessivamente i risultati ottenuti dal presente studio testimoniano lo sforzo della comunità scientifica di rendere le Neuroscienze Educative una disciplina autonoma, evitando e superando i limiti derivanti dal semplice trasferimento di evidenze raccolte in setting di laboratorio o su campioni clinici al contesto educativo. Inoltre, la mappatura delle parole-chiave del corpus analizzato evidenzia come questo campo d’indagine sia attualmente caratterizzato da una notevole ricchezza di obiettivi e di strumenti di indagine.

L’identificazione di un cluster tematico relativo allo studio della cognizione suggerisce che i ricercatori hanno accolto l’invito ad integrare le conoscenze proprie delle Neuroscienze Cognitive nello studio delle pratiche educative e dei processi di apprendimento (Goswami 2004; Geake & Cooper, 2003), anche attraverso la loro indagine all’interno di setting reali ed ecologici. In particolare, come testimoniato dalla notevole frequenza di alcune unità lessicali nel testo, la diffusione di tecnologie indossabili ha favorito un rapido aumento delle ricerche centrate sulla rilevazione di correlati psicofisiologici, indicatori di attivazione del Sistema Nervoso Centrale e Periferico, in setting scolastici reali; tuttavia, i ricercatori sottolineano che gli interrogativi riguardo a quanto questi strumenti, chiamati nel loro complesso “*Neurotecnologia*”, forniscano nuove informazioni utili per gli insegnanti o a quanto potranno essere utili nelle future pratiche educative quotidiane restano aperti (Davidesco et al., 2021;). Infatti, sebbene le ricerche dimostrino che alcuni marcatori biologici sono potenzialmente utili nel mappare i processi cognitivi e siano in grado di predire alcuni risultati accademici (Privitera & Hao, 2022), risulta fondamentale che la loro rilevazione abbia una ricaduta sulle attività didattiche e sul più generale modo di pensare ai processi di conoscenza e di apprendimento, anche tramite un coinvolgimento attivo dei docenti nella scelta di come includere tali dispositivi in classe (Gola, 2020; Gage, 2019). Ad esempio, diversi studi hanno utilizzato i cambiamenti nelle frequenze di banda del segnale elettroencefalografico (EEG) come un’interessante misura del carico cognitivo associato ad un particolare compito, fornendo quindi evidenze utili per la progettazione di strumenti a supporto dell’insegnamento (Longo et al., 2022); il futuro sviluppo di dispositivi e scenari didattici centrati su un feedback del segnale biologico in tempo reale potrà permettere di verificare la loro reale efficacia nel migliorare l’autoregolazione e i processi metacognitivi degli studenti (Davidesco et al., 2021). Anche la possibile “rilettura” delle tecnologie

didattiche già ampiamente diffuse alla luce dei risultati delle Neuroscienze Educative può rappresentare una sfida per la comunità scientifica e per le prossime linee di ricerca.

Un ulteriore elemento interessante che emerge dalle analisi riguarda una minore attenzione posta agli aspetti emotivi e alla variabili relazionali e sociali che possono influenzare l'apprendimento e giocare un ruolo importante nei diversi contesti educativi, come testimoniato dalla più ridotta frequenza di alcune parole-chiave associate a questo dominio e dal minore utilizzo di marcatori biologici indicativi di attivazione autonoma (per esempio l'Heart Rate Variability o la Conduttanza Cutanea). L'evidente focalizzazione delle ricerche sullo studio delle funzioni cognitive sottese ai processi di apprendimento emersa da questo studio può in parte riflettere la tendenza diffusa a considerare le capacità di ragionamento logico e il padroneggiamento delle conoscenze disciplinari come uno dei principali indicatori più diretti del successo scolastico; tuttavia, come sottolineato da Immordino-Yang & Damasio (2007), l'apprendimento non avviene in un ambiente puramente "razionale", svincolato dalle emozioni e gli aspetti della cognizione che reclutiamo maggiormente nei contesti educativi reali, ovvero l'apprendimento, l'attenzione, la memoria, il processo decisionale e il funzionamento sociale, sono profondamente influenzati dai processi emotivi e dal contesto relazionale (Carrubba, 2022). Inoltre, oggi la scuola è chiamata a sostenere l'apprendimento non solo di competenze cognitive, ma anche di capacità di livello superiore, nonché di resilienza emotiva di fronte a una società frammentata, instabile e imprevedibile (Geake & Cooper, 2013). Queste riflessioni sembrano ancor più rilevanti alla luce del risultato emerso dall'analisi relativa al preponderante coinvolgimento negli studi di studenti della scuola dell'infanzia e primaria, che può riflettere una minore attenzione verso lo sviluppo cerebrale degli adolescenti e di capacità complesse associate per esempio alla piena maturazione delle aree pre-frontali corticali (come ad esempio l'integrazione) che tipicamente caratterizzano questo periodo di vita (Casey et al., 2008).

Accanto a questo filone di ricerche identificato e che può essere definito di "*Original Research*", ossia rivolto alla produzione di nuove conoscenze tramite studi sperimentali in setting ecologici, un altro tema che sembra connotare ampiamente la ricerca attuale riguarda la discussione delle potenzialità delle Neuroscienze Educative e la necessità di identificare in modo più chiaro le sue finalità ed i suoi confini; questa continua e proficua riflessione coinvolge anche lo studio di come tradurre le evidenze già esistenti in letteratura in azioni didattiche efficaci e in un'adeguata formazione dei docenti ("*Transational Research*"; Tokuhamma-Espinosa, 2010; 2018). Infatti, come evidenziato da Dehaene (2020), l'allineamento delle nostre scuole con i risultati delle Neuroscienze è un tema aperto e lo studio di come rileggere le pratiche educative alla luce di alcune evidenze sul funzionamento del cervello e della mente degli esseri umani potrebbe contrastare le difficoltà nell'apprendimento della matematica e della lettura rilevate fra gli studenti di diversi paesi europei, dando ai docenti maggior padronanza nella scelta delle strategie da impiegare: "*alcuni principi delle Neuroscienze sono compatibili con molti approcci pedagogici e come tradurli in azioni in classe è qualcosa che è ancora tutto da inventare*" (p. 288). Appare quindi chiaro che futuri studi dovranno indagare maggiormente come traslare i risultati della ricerca in adeguati percorsi formativi rivolti ai docenti e in metodologie e strumenti didattici potenzialmente efficaci, anche tramite l'eventuale costruzione di linee-guida generalizzabili; tuttavia, come argomentato da Spitzer (2012), sebbene la

ricerca transazionale sia già consolidata e promossa in ambito medico, non è ancora debitamente considerata in ambito educativo.

L'adeguata formazione dei docenti sulle tematiche delle Neuroscienze risulta ancora più necessaria alla luce della persistente diffusione di idee erranee e semplicistiche sul funzionamento cerebrale e sui processi cognitivi, anche nel contesto italiano (Torrijos-Muelas et al., 2021; Tovazzi et al., 2020); dai risultati emersi si evince infatti come l'individuazione fra i docenti di tali iper-generalizzazioni e iper-semplificazioni siano ancora oggetto di studio, quasi due decenni dopo la loro prima definizione.

5. Conclusioni

Lo studio presentato ha cercato di mappare i principali temi indagati dalle ricerche pubblicate negli ultimi anni dalle principali riviste internazionali rivolte alle Neuroscienze Educative. Esso, alla luce del dibattito che ha contraddistinto questo campo, ha proposto alcune riflessioni riguardo alle potenzialità e alle criticità relative al trasferimento delle conoscenze neuroscientifiche nei contesti educativi e alla loro traduzione in metodologie e strumenti didattici innovativi. Dai risultati si evidenzia come l'intersezione fra conoscenze neuroscientifiche ed Educazione stia emergendo come un campo di indagine innovativo e autonomo, in continua riflessione rispetto ai suoi obiettivi e ai suoi ambiti di applicazione, impegnato nel potenziare la ricerca in contesti di vita reali al di fuori dei tradizionali setting di laboratorio. Una importante sfida futura è rappresentata dalla formazione dei docenti in questo ambito che, tuttavia, dovrebbe abbandonare un approccio puramente trasmissivo di saperi ed abbracciare, invece, una prospettiva di ricerca collaborativa e multidisciplinare in cui gli educatori sono attivamente coinvolti nella costruzione attiva di conoscenze e pratiche didattiche. Inoltre, sebbene le funzioni cognitive siano ormai ampiamente studiate in questo settore, in futuro una maggiore attenzione dovrà essere posta alla dimensione affettiva e sociale sottostante i processi di apprendimento, anche alla luce delle attuali spinte delle politiche educative verso la promozione di abilità non puramente "cognitive" o curriculari. Inoltre, l'utilizzo di bio- marcatori nei setting naturali e di tecnologie a basso costo deve ancora trovare una piena traduzione in termini di innovazione didattica nei contesti quotidiani che ne sfrutti il pieno potenziale.

Lo studio condotto presenta diversi limiti, fra cui la scelta del materiale posto in analisi. Infatti, l'esclusiva selezione di articoli pubblicati dalle principali riviste internazionali esplicitamente rivolte al tema delle Neuroscienze Educative non consente di generalizzare i dati evidenziati, vista la frequente pubblicazione di ricerche sul tema in altre riviste rivolte alla Pedagogia, alla Psicologia e alla Didattica. Studi futuri potranno eventualmente ampliare la presente indagine, anche tramite strumenti di analisi più "convenzionali" quali le revisioni sistematiche.

Se l'apprendimento può essere considerato come la più grande conquista evolutiva del nostro cervello e della nostra specie (Dehaene, 2020), i continui progressi nelle conoscenze sul funzionamento biologico degli esseri umani potranno continuare ad arricchire l'agire didattico e le pratiche educative con interessanti indicazioni in una cornice orientata alla personalizzazione e al benessere individuale e collettivo. Alla comunità scientifica resta il compito di pensare alle nostre menti come a cervelli "situati" in una costante e bidirezionale interazione con l'ambiente interno (corpo) ed esterno (ambienti fisici e sociali), evitando semplificazioni e potenziando il dialogo continuo con i fruitori dei risultati delle ricerche.

Riferimenti bibliografici:

- Ansari, D., & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in cognitive sciences*, 10(4), 146-151.
- Bruer, J. T. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational researcher*, 26(8), 4-16.
- Cacioppo, J. T., & Cacioppo, S. (2013). Social neuroscience. *Perspectives on Psychological Science*, 8(6), 667-669.
- Carrubba, G. (2022). *Processi di apprendimento, emozioni e scuola del futuro alla luce del dialogo tra neuroscienze, educazione e didattica* (Master's thesis, Università di Parma. Dipartimento di Medicina e Chirurgia).
- Casey, B. J., Getz, S., & Galvan, A. (2008). The adolescent brain. *Developmental review*, 28(1), 62-77.
- Choudhury, S., & Gold, I. (2011). Mapping the field of cultural neuroscience. *BioSocieties*, 6(2), 271–275
- Christodoulou, J. A., & Gaab, N. (2009). Using and misusing neuroscience in education-related research. *Cortex*, 45(4), 555.
- Cozolino, L. (2013). *The Social Neuroscience of Education: Optimizing Attachment and Learning in the Classroom (The Norton Series on the Social Neuroscience of Education)*. WW Norton & Company.
- Cubelli, R., & Della Sala, S. (2022). NEUROSCIENCE IN EDUCATION: NOT A RECIPE BOOK. *Italian Journal of Educational Technology* (in press).
- Damiani, P., Santaniello, A., & Paloma, F. G. (2015). Ripensare la Didattica alla luce delle Neuroscienze Corpo, abilità visuospatiali ed empatia: una ricerca esplorativa. *Italian Journal of Educational Research*, (14), 83-106.
- Davidesco, I., Matuk, C., Bevilacqua, D., Poeppel, D., & Dikker, S. (2021). Neuroscience research in the classroom: portable brain Technologies in Education Research. *Educational Researcher*, 50(9), 649-656.
- Dehaene, S. (2020). *Imparare: Il talento del cervello, la sfida delle macchine*. Milano: Raffaello Cortina Ed.
- Della Sala, S., & Anderson, M. (Eds.). (2012). *Neuroscience in education: The good, the bad, and the ugly*. Oxford: OUP.
- Feiler, J. B., & Stabio, M. E. (2018). Three pillars of educational neuroscience from three decades of literature. *Trends in neuroscience and education*, 13, 17-25.
- Gage, G. J. (2019). The case for neuroscience research in the classroom. *Neuron*, 102(5), 914-917.
- Geake, J., & Cooper, P. (2003). Cognitive Neuroscience: implications for education?. *Westminster studies in Education*, 26(1), 7-20.
- Gola, G. (2020). Conoscere l'insegnamento attraverso il cervello. Prospettive di interazione tra neuroscienze e processi didattici dell'insegnante. *FORMAZIONE & INSEGNAMENTO. Rivista internazionale di Scienze dell'educazione e della formazione*, 18(2), 064-074.
- Goswami, U., & Bryant, P. (2007). Children's cognitive development and learning.
- Goswami, U. (2004). Neuroscience and education. *British journal of Educational psychology*, 74(1), 1-14.

- Howard-Jones, P. (2014). Neuroscience and education: A review of educational interventions and approaches informed by neuroscience. *Education Endowment Foundation*, Millbank, UK.
- Lancia, F. (2004). *Strumenti per l'analisi dei testi. Introduzione all'uso di T-LAB*. Milano: Franco Angeli Ed.
- Howard-Jones, P. A., Varma, S., Ansari, D., Butterworth, B., De Smedt, B., Goswami, U., & Thomas, M. S. (2016). *The principles and practices of educational neuroscience: Comment on Bowers*. *Psychol. Rev.* 123(5), 620–627.
- Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3-10.
- Lakoff, G., Johnson, M., & Sowa, J. F. (1999). Review of Philosophy in the Flesh: The embodied mind and its challenge to Western thought. *Computational Linguistics*, 25(4), 631-634.
- Longo, L., Wickens, C. D., Hancock, G., & Hancock, P. A. (2022). Human Mental Workload: A Survey and a Novel Inclusive Definition. *Frontiers in Psychology*, 13, 883321.
- Organisation for Economic Co-operation and Development Staff. (2002). *Education at a glance: OECD indicators*. Paris: OECD.
- Panksepp, J., & Biven, L. (2012). *The Archeology of Mind. Neuroevolutionary Origins of Humans Emotions*, WW. W.
- Privitera, A. J., & Hao, D. (2022). Educational neurotechnology: Where do we go from here?. *Trends in Neuroscience and Education*, 100195.
- Rivoltella, P. C. (2012). *Neurodidattica. Insegnare al cervello che apprende*. Milano: Raffaello Cortina Ed.
- Spitzer, M. (2012). Education and neuroscience. *Trends in Neuroscience and Education*, 1(1), 1-2.
- Szűcs, D., & Goswami, U. (2007). Educational neuroscience: Defining a new discipline for the study of mental representations. *Mind, Brain, and Education*, 1(3), 114-127.
- Thomas, M. S., Ansari, D., & Knowland, V. C. (2019). Annual research review: Educational neuroscience: Progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60(4), 477-492.
- Torrijos-Muelas, M., González-Víllora, S., & Bodoque-Osma, A. R. (2021). The persistence of neuromyths in the educational settings: a systematic review. *Frontiers in psychology*, 3658.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2018). *Neuromyths: Debunking false ideas about the brain*. WW Norton & Company.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2010). *Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. WW Norton & Company.
- Tovazzi, A., Giovannini, S., & Basso, D. (2020). A new method for evaluating knowledge, beliefs, and neuromyths about the mind and brain among Italian teachers. *Mind, Brain, and Education*, 14(2), 187-198.
- Uncapher, M. R. (2019). Design considerations for conducting large-scale learning research using innovative technologies in schools. *Mind, Brain, and Education*, 13(1), 62-69.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (2017). *The embodied mind, revised edition: Cognitive science and human experience*. MIT press.