

Educare alla scrittura: è solo una questione di dispositivi?

Angelamaria De Feo*

Riassunto: l'acquisizione dell'automatizzazione grafomotoria si correla a un sano sviluppo cognitivo, emotivo e socio-relazionale. Il processo di scrittura implica il compimento di complessi programmi motori ed esperienze sensoriali il cui esito subisce l'influenza di fattori relativi non soltanto alla scelta dei dispositivi, ma anche al grado di coinvolgimento motorio che le strategie e le tecniche didattiche utilizzate riescono a ottenere. Il sistema nervoso centrale, secondo il concetto di *plasticità cerebrale*, si trasforma e si sviluppa in ragione delle esperienze compiute e degli stimoli ricevuti.

Il presente contributo, seguendo l'approccio cognitivo dell'*Embodied Cognition*, propone una riflessione pedagogico-educativa sul potenziale apporto che la pratica *complementare* (Travaglini, 2022) di scrittura a mano e scrittura digitale, unitamente ad adeguate scelte metodologiche e strategie didattiche, può offrire.

Parole chiave: scrittura manuale, scrittura digitale, neuroscienze, plasticità cerebrale, *Embodied Cognition*.

English title: Teaching writing: is it just a question of devices?

Abstract: The acquisition of graphomotor automation correlates with healthy cognitive, emotional and socio-relational development. The writing process involves the completion of complex motor programs and sensory experiences whose outcome is influenced by factors relating not only to the choice of devices but also to the degree of motor involvement that the strategies and teaching techniques used are able to obtain. The central nervous system, according to the concept of cerebral plasticity, transforms and develops based on the experiences completed and the stimuli received.

This contribution, following the Embodied Cognition approach, proposes a pedagogical-educational reflection on the potential contribution that the complementary practice (Travaglini, 2022) of handwriting and digital writing, together with adequate methodological choices and teaching strategies, can offer.

Keywords: manual writing, digital writing, neuroscience, brain plasticity, Embodied Cognition.

1 Introduzione

Vorrei poter scrivere con entrambe le mani, in modo da non dimenticare una cosa mentre ne dico un'altra (Peers, 1972, vol. II, p. 88).

Sono le parole di Santa Teresa per esprimere la difficoltà di mettere su carta il flusso tumultuoso dei suoi pensieri, processo che richiede un grande impegno

* Università di Bari. Email: angelamariadefeo69@gmail.com.

di elaborazione per conferire chiarezza e coerenza al testo. Lo sforzo varia, oltre che per il contenuto dei pensieri da esprimere, anche in funzione del supporto di scrittura utilizzato, dalla penna alla tastiera, fino alle dita della mano.

In realtà, ogni forma di scrittura ha le sue specificità e un diverso impatto sui processi di apprendimento e memorizzazione. La letteratura pone spesso a confronto le diverse modalità di scrittura per valutarne l'efficacia (Smoker *et al.*, 2009; Longcamp *et al.*, 2005; Mogeny *et al.*, 2010; Dahlström e Boström, 2017).

La scrittura manuale è mediata da un dispositivo che, per essere impugnato correttamente, richiede un lungo e intenso esercizio di coordinazione oculo-manuale, oltre a una postura adeguata.

Ciò che sostiene un buon gesto grafo-motorio è, sicuramente, una buona competenza visuo-percettiva, spaziale, fino-motoria, di integrazione visuo-motoria, di pianificazione del movimento, ed una adeguata consapevolezza propriocettiva e cinestetica (Angelini, 2023, p. 43).

Il gesto scrittoriale su tastiera si ripete uguale per tutti i caratteri, in quanto è assente la componente grafomotoria implicata nel processo di scrittura: lo scrivente deve solo localizzare la posizione delle lettere e premere i tasti corrispondenti (Alamargot e Morin, 2015; Kiefer e Velay, 2016). In altre parole, digitare delle lettere su uno schermo richiede movimenti della mano uniformi che non si collegano alla forma delle lettere.

Invece,

nella scrittura a mano, lo scrivente deve dare forma a una lettera, cioè deve produrre una forma grafica più rassomigliante possibile al modello di riferimento. Ogni singola lettera è pertanto associata a uno specifico movimento. Ciò significa che vi è un rapporto diretto ed esclusivo tra l'atto motorio esercitato dallo scrivente e il prodotto grafico ottenuto attraverso un'esperienza che coinvolge tutto il corpo e tutti i sensi (Gilardoni, 2013, p. 6).

La codifica motoria che avviene nella scrittura manuale, sia nei bambini che negli adulti, rende più facile, rispetto alla scrittura digitale, la memorizzazione e il riconoscimento delle lettere, prerequisito quest'ultimo per l'apprendimento della lettura (Longcamp *et al.*, 2005).

Durante il processo di scrittura manuale l'attenzione visiva dello scrivente si concentra sulla punta della penna mentre invece, nel caso della scrittura digitale, essa si divide tra lo schermo e la tastiera (Caporossi e Alamargot, 2014). È il motivo per cui gli studenti imparano meglio e memorizzano con maggiore facilità gli appunti presi a mano rispetto a quelli presi utilizzando la tastiera (van der Meer e van der Weel, 2017). In realtà, come ha dimostrato uno studio (Mueller e Oppenheimer, 2014), prendere appunti a mano richiede uno sforzo più intenso e prolungato rispetto all'uso della tastiera del *laptop*, ma garantisce una maggiore ritenzione e interiorizzazione dei contenuti. L'impossibilità di una trascrizione *parola per parola* richiede infatti la rielaborazione e la riformulazione concettuale dei contenuti che ne presuppone una comprensione profonda.

L'apprendimento e l'esercizio della scrittura manuale, meno accattivanti e più impegnativi soprattutto per i bambini più piccoli, rispetto alla scrittura digitale,

hanno un ruolo fondamentale nella formazione degli studenti (Gilardoni, 2013): favoriscono lo sviluppo cognitivo (Mangen e Balsvik, 2016). Alcuni studi sperimentali supportati da *imaging* cerebrale hanno dimostrato infatti che l'*autoproduzione manuale* (James, 2017) delle lettere, rispetto all'ascolto, alla visualizzazione e alla digitazione su tastiera, consente agli adulti e ai bambini di apprendere con maggiore efficacia ed essere in grado di sviluppare migliori abilità nel riconoscimento e nella lettura dei caratteri alfabetici (James e Atwood, 2009; Li e James, 2016; Longcamp *et al.*, 2005; Longcamp *et al.*, 2008).

L'educazione al gesto grafico dovrebbe prendere avvio durante la scuola dell'infanzia per consentire successivamente, nella scuola primaria, l'automatizzazione

dell'atto motorio sotteso, e implicato, nella esecuzione grafica che consente di riuscire a scrivere nel modo più fluido e veloce con il minor sforzo cognitivo possibile e quindi di porre la propria attenzione e concentrazione su compiti più complessi come la pianificazione e l'organizzazione delle idee (Angelini, 2023, p. 43).

Tutte le competenze di scrittura possono trarre beneficio dall'acquisizione della "fluidità e automatizzazione del gesto" (Natta, 2016, p. 29).

A tal proposito,

Steve Graham, professore alla Vanderbilt University, e Tanya Santangelo della Arcadia University hanno mostrato l'esistenza di una correlazione forte tra la padronanza del gesto grafico e qualità dei testi scritti prodotti. Secondo questi studiosi l'insegnamento della scrittura manuale si associa a una maggiore fluenza comunicativa e a una produzione scritta migliore in termini qualitativi (Natta, 2016, p. 29).

La conquista del gesto grafico coinvolge corpo-mente e

richiede la mobilitazione di risorse mnemoniche, attentive e capacità percettive, nonché l'affinamento di capacità motorie quali orientamento spaziale, controllo della postura, coordinamento oculo-manuale, lateralizzazione, capacità motorie fini (Paloma *et al.*, 2016, p. 327).

La scrittura manuale, denominata dagli antichi *dono degli dei*, ha infatti origine nel cervello che trasmette alla mano, sotto forma di impulsi, i movimenti da cui trae origine la grafia che descrive l'identità individuale, sociale e culturale dello scrivente. In ogni gesto grafico vi è infatti traccia delle emozioni, della personalità e degli stati mentali di chi lo compie.

Non esistono due grafie perfettamente uguali, come non esistono due personalità uguali, poiché ognuno di noi vive e percepisce la realtà in maniera diversa. La scrittura è un elemento così individualizzante che anche quella artefatta o dissimulata contiene sempre segni grafici distintivi di chi l'ha eseguita (Cattaneo *et al.*, 2018, p. 4).

La grafia, oltre a differenziarsi in ogni soggetto, subisce nel corso della vita dello stesso innumerevoli trasformazioni.

La più significativa scoperta neuroscientifica, la *plasticità cerebrale*, riguarda la capacità del cervello di modificarsi sulla base delle esperienze, dell'apprendimento o di gravi lesioni. Il processo di *pruning sinaptico* prevede l'eliminazione dei

neuroni che non ricevono stimoli per sviluppare una determinata attività. Eliminando l'apprendimento e la pratica della scrittura manuale, "il gesto di motricità fine più preciso e complesso che l'uomo sia in grado di compiere" (Gilardoni, 2013, p. 1), l'abilità scrittoria subirebbe un irreversibile arresto nel suo sviluppo, fino alla perdita (Suddath, 2009).

Alla nascita, ogni individuo possiede nel proprio codice genetico tutte le potenzialità per il corretto apprendimento della scrittura, ma solo se riceverà adeguati stimoli ambientali potrà effettivamente sviluppare la capacità di scrivere in modo efficiente e funzionale. Diversamente, in assenza di input idonei, l'abilità scrittoria sarà inadeguata e inefficiente (Gilardoni, 2013, p. 5).

Perdere le connessioni nervose attivate dalla scrittura manuale compromette inoltre la funzionalità del cervello; la diminuzione della connettività cerebrale influisce infatti negativamente sulla memoria e sull'acquisizione di nuove informazioni (Sülzenbrück *et al.*, 2011; van der Weel e van der Meer, 2024).

Emerge così l'insostituibile ruolo dell'esercizio al gesto grafomotorio che, come dimostra Vertecchi (2016) nell'esperimento didattico *Nulla dies sine linea*, migliora le capacità di apprendimento e di espressione dei pensieri.

② L'approccio cognitivo dell'*Embodied Cognition* e l'acquisizione del gesto scrittorio

L'acquisizione dell'automatizzazione grafomotoria si correla a un sano sviluppo cognitivo, emotivo e socio-relazionale. Come stimolarla?

Secondo l'approccio cognitivo dell'"Embodied Cognition (EC), la conoscenza richiede la partecipazione di cervello, corpo ed ambiente" (Paloma *et al.*, 2016, p. 79); l'esperienza sensoriale che avviene attraverso la *mediazione* del corpo influenza i pensieri e le azioni. Il neuroscienziato Varela (1990) fa riferimento al corpo come *macchina della conoscenza*. La corporeità assume grande rilevanza nell'ambito della didattica (Peluso Cassese *et al.*, 2017); dalle esperienze sensoriali e percettive trae infatti origine l'apprendimento. La mente non è dunque confinata al cervello, ma è *estesa* e comprende anche il corpo e l'ambiente. L'*Embodied Cognition Design*, il filone di ricerca che applica l'approccio cognitivo dell'EC alla progettazione degli ambienti di apprendimento, parte infatti dall'idea che alcune caratteristiche delle aule scolastiche come l'illuminazione, l'arredamento e i rumori incidono sui processi cognitivi (Paloma *et al.*, 2019).

Un'importante scoperta neuroscientifica, la teoria dei neuroni specchio, fa riferimento all'attivazione di una particolare categoria di neuroni visuo-motori che avviene sia quando si compie un'azione sia quando si osserva una persona che la compie; questa proprietà consente di apprendere e imitare tali azioni (Fu e Franz, 2014).

L'applicazione dell'approccio cognitivo dell'EC e della teoria dei neuroni specchio suggerisce alcune riflessioni circa l'orientamento delle prassi didattiche per l'acquisizione del gesto scrittorio.

L'imitazione fisica o soltanto mentale del gesto grafico da parte degli studenti, messa in atto dall'insegnante, favorisce la memorizzazione delle lettere e l'acquisizione dei complessi programmi motori alla base del processo di scrittura manuale. Questa esperienza conserva la sua efficacia, sia se avviene in classe durante le lezioni in presenza mentre gli studenti osservano l'insegnante scrivere sulla lavagna e ripetono il gesto utilizzando carta e penna o mediante la simulazione mentale, sia se è mediata dalla tecnologia attraverso ambienti di apprendimento immersivi, video, giochi digitali che viaggiano su tastiera o sul *touch screen*; l'importante è riuscire a *catturare* il movimento del corpo per imitazione, ovvero l'esperienza.

La letteratura è concorde nel ritenere la scrittura manuale più vantaggiosa rispetto alla scrittura digitale perché è in grado di attivare più aree cerebrali e di favorire lo sviluppo del pensiero critico (Travaglini, 2022; Angelini, 2019).

In realtà, un'educazione efficace al gesto scrittorio non dovrebbe escludere alcuna forma o dispositivo di scrittura, ma puntare su metodologie e ambienti di apprendimento che stimolino il coinvolgimento mente-corpo degli studenti.

L'ideale educativo sarebbe un'intelligente integrazione delle due forme di scrittura, senza prevaricazione o sostituzione dell'una rispetto all'altra (Travaglini, 2017, p. 226).

③ Le tecnologie digitali di apprendimento e i problemi di scrittura

La forte valenza formativa della scrittura manuale, "importante bene comune che ha segnato la storia dell'umanità" (Travaglini, 2017, p. 240) in alcuni studi è posta in relazione con il successo scolastico e accademico degli studenti (Bonneton-Botté *et al.*, 2023) e pone non pochi dubbi in merito alla scelta del 2009 di 41 stati americani di rinunciare ad allenare la componente grafomotoria degli allievi e rendere obbligatorio l'insegnamento della digitazione su tastiera e facoltativa la scrittura manuale. Si è così acceso un intenso dibattito pubblico e accademico che si è poi esteso anche in Europa circa l'impatto formativo delle due forme di scrittura. In realtà, la diversità degli stimoli percettivi generati dall'uso dei due dispositivi di scrittura e le conseguenze dal punto di vista neurocognitivo rendono infruttuoso il confronto per eleggere il più valido.

È inimmaginabile oggi una classe di scuola primaria in cui gli studenti non utilizzino la scrittura su tastiera o, al contrario, la pratichino in modo esclusivo rispetto alla scrittura manuale.

In tal senso, risultano significativi i risultati ottenuti dall'implementazione di un progetto di ricerca finanziato dal governo francese per l'insegnamento della scrittura manuale attraverso l'uso del *tablet* (Bonneton-Botté *et al.*, 2020). Nelle ultime classi di alcune scuole materne, un gruppo di alunni ha integrato i tradizionali strumenti per apprendere la scrittura, lavagna e carta, con dei *tablet touchscreen* con l'applicazione *Kaligo*. Il principale vantaggio ottenuto è stato il

feedback immediato al lavoro dei bambini rispetto alla forma, alla direzione e all'ordine del tratto tracciato. La app *Kaligo*, infatti, attraverso l'uso dell'intelligenza artificiale, dopo aver analizzato la produzione, ha fornito suggerimenti ed esercizi personalizzati per migliorare il gesto scrittorio nei suoi aspetti statici (forma, dimensione del carattere) e dinamici (caratteristiche del gesto motorio, controllo del movimento). La sistematicità di tale *feedback* difficilmente potrebbe essere garantita da un insegnante (Bonneton-Botte *et al.*, 2019). La letteratura scientifica è concorde nel ritenere importante la qualità e la modalità dei *feedback* (intrinseci ed estrinseci)¹ ricevuti da adulti e bambini sui propri errori e sui progressi ai fini del miglioramento del gesto motorio (Bonneton-Botté *et al.*, 2019; Hattie e Timperley, 2007; Kluger e DeNisi 1996; Simonnet *et al.*, 2017).

Gli esiti della ricerca sull'uso dei *tablet* per l'apprendimento della scrittura manuale inducono alcune riflessioni in merito alle difficoltà che i bambini in età prescolare possono incontrare nella scrittura su *touchscreen* con una stilo (Gerth *et al.*, 2016). Scrivere con una penna dalla punta in plastica sulla superficie liscia di un *tablet* è un'attività che agli *scrittori principianti* potrebbe creare maggiori difficoltà di controllo motorio rispetto alla scrittura su carta, a causa del diverso attrito esercitato dalla carta e dallo schermo e dagli importanti cambiamenti posturali richiesti (Mann *et al.*, 2015); la padronanza del gesto motorio, inoltre, avviene mediamente all'incirca intorno ai 9-10 anni (Alamargot e Morin, 2015).

La complessità dovuta alle infinite variabili che attraversano il tema dell'acquisizione del gesto scrittorio, fra cui la diversa traiettoria dello sviluppo neurologico di ciascun alunno e i relativi fattori che la influenzano, la difficoltà di classificare in modo esaustivo le tecnologie digitali di apprendimento² (Hersh, 2017), rendono difficile e infruttuoso valutarne la validità e l'efficacia.

È possibile, tuttavia, sulla scorta dei dati di una revisione narrativa (Bonneton-Botté *et al.*, 2023), mappare i punti di forza delle tecnologie di apprendimento digitale per l'acquisizione del gesto grafico. I principali riguardano l'uso dell'intelligenza artificiale in alcuni *software* didattici che, oltre a fornire *feedback* agli studenti, consente di compensare le disabilità fisiche (ingrandimento dei caratteri, uso della sintesi vocale ecc.). Le valutazioni digitali della grafia attraverso l'uso di una stilo e di un *tablet* sono in grado di rilevare, oltre alle caratteristiche statiche della traccia grafica (dimensione, forma, spazio fra i caratteri), anche la cinematica del gesto scrittorio (Amini *et al.*, 2022) e il grado di pressione esercitata sulla penna. Queste informazioni potrebbero offrire preziosi suggerimenti agli insegnanti per guidare gli alunni a superare le difficoltà di scrittura e per l'elaborazione di un'adeguata pianificazione didattica. Ulteriori indicazioni in questo senso potrebbero essere fornite dall'analisi dei *Big Data* attraverso l'intelligenza artificiale.

¹ I *feedback* provengono dall'elaborazione delle informazioni sensoriali, quelli estrinseci da un agente esterno come un insegnante, un *tablet* o da altre informazioni sensoriali che possono o meno essere elaborate dall'individuo.

² *The term educational technology is used to denote the "processes, tools, equipment, devices and systems used to support and facilitate learning, teaching and assessment"* (Bonneton-Botté *et al.*, 2023, p. 9).

In realtà, l'importanza di affrontare e superare le difficoltà nella scrittura manuale dipende dal fatto che esse hanno forti ricadute sull'apprendimento dell'ortografia, della lettura e della matematica e possono causare insuccesso scolastico che rischia di compromettere l'autostima degli studenti. Secondo uno studio (Marquardt *et al.*, 2016), l'aumento dei *problemi di scrittura* degli studenti è collegato a un inadeguato allenamento delle *capacità motorie fini*, ovvero della capacità di coordinamento di alcuni muscoli della mano dovuta alla scarsa pratica della scrittura manuale e di attività legate alla manipolazione degli oggetti. Tali difficoltà, nei bambini in età prescolare (Daud *et al.*, 2020), possono derivare dall'uso prolungato di tecnologie *touchscreen* per attività in cui non è richiesta una partecipazione attiva dell'utente (Cadoret *et al.*, 2018).

Una ricerca condotta in Australia (Kervin, 2016) sull'interazione dei bambini con le applicazioni digitali dimostra che i piccoli in età prescolare, opportunamente supportati da genitori e/o educatori, sono in grado di applicare nelle situazioni di vita reale quanto appreso dai giochi digitali e dalle piattaforme web come YouTube: montare un trenino o creare un acquario nel giardino di casa sono alcune delle esperienze realizzate. I giochi digitali preparano, inoltre, i bambini alle attività di alfabetizzazione, meglio delle applicazioni progettate specificamente per l'uso didattico. L'interazione ludica garantisce, infatti, un maggiore coinvolgimento perché rientra nella sfera degli interessi dei ragazzi e offre agli educatori la possibilità di arricchire le attività di alfabetizzazione rendendole più interessanti e coinvolgenti per i ragazzi.

L'acquisizione del gesto scrittorio può dunque essere supportata da un valido allenamento senso-motorio e dall'uso dei dispositivi digitali come integrazione dell'esercizio scrittorio manuale. Emergono così i reali termini della questione che risuona più come sfida pedagogica che come dibattito sulla validità della scrittura manuale rispetto alla digitale e richiama il tema della formazione dei professionisti della scuola; progettare ambienti di apprendimento inclusivi e facilitanti il recupero e il consolidamento delle abilità di scrittura manuale necessita di specifici percorsi formativi in ingresso e in servizio per gli insegnanti. È importante infatti garantire la personalizzazione dei percorsi educativi e offrire agli studenti *feedback* adeguati ai loro bisogni formativi.

L'insegnamento della scrittura non dovrebbe sottovalutare queste proprietà della scrittura a mano, sintesi delle spinte interne del soggetto con quelle esterne, come neppure la naturale ibridazione, pur con le sue diverse contraddizioni, di questa tradizionale forma di scrittura con quella, ormai ineludibile, della scrittura digitale (Travaglini, 2022, p. 35).

4 Conclusioni

Scrivere su tastiera è un gesto intuitivo, immediato che può compiersi ovunque; la scrittura manuale richiede invece un intenso programma di coordinazione senso-motoria e una postura adeguata per conferire chiarezza e fluidità al tratto

grafico. L'acquisizione del gesto scrittorio nella sua *fisicità* ha una valenza formativa superiore rispetto alla scrittura digitale, soprattutto ai fini della memorizzazione e del riconoscimento dei caratteri alfabetici, fondamentali per l'acquisizione delle abilità di lettura.

Se la scrittura manuale, *dono degli dei*, ha segnato la storia dell'umanità, la scrittura digitale oggi è la forma più praticata per la sua elevata funzionalità e può svolgere un'importante azione di supporto nell'acquisizione delle abilità di scrittura (Bonneton-Botté *et al.*, 2019; Kervin, 2016; Hattie e Timperley, 2007; Kluger e DeNisi 1996; Simonnet *et al.*, 2017).

Stimolare e motivare gli allievi verso l'acquisizione e il miglioramento delle abilità di scrittura è una questione ben più complessa rispetto alla scelta dei dispositivi da utilizzare.

I *problemi di scrittura* possono compromettere il successo scolastico e accademico, come hanno dimostrato alcuni studi (Feder e Majnemer, 2007); una scrittura illeggibile, infatti, “comporta influenze negative sull'intero processo di apprendimento con notevoli condizionamenti anche sugli aspetti emotivo-relazionali e motivazionali” (Albano e Vastola, 2020, p. 17).

Ripensare la didattica della scrittura, seguendo la strada tracciata dalle scoperte neuroscientifiche e dall'approccio cognitivo dell'EC, presenta innumerevoli punti di forza rispetto alle *ordinarie pratiche* scolastiche che, in molti casi, considerano la corporeità e il movimento *realtà periferiche*. Il gesto scrittorio, “atto motorio da educare” (Angelini, 2023, p. 52), è una conquista graduale di abilità neuro-cognitive. Partendo da “una conoscenza approfondita dei processi cerebrali che sottostanno all'apprendimento” (Trincherò, 2015, p. 53), un significativo contributo all'acquisizione dell'automatizzazione grafomotoria può essere offerto da progetti didattici che coinvolgano e stimolino i discenti in “tutte le dimensioni che li costituiscono: sociale, cognitiva, emotiva ma anche biologica” (Reffieuna, 2011, p. 10).

In questo senso, le tecnologie digitali (*Big Data*, Intelligenza Artificiale ecc.) aprono interessanti prospettive per l'apprendimento della scrittura manuale; le possibilità che esse offrono di conoscere *le componenti cinematiche e dinamiche del processo di scrittura* (Albano e Vastola, 2020, p. 12) e di analizzarle attraverso specifici *software* le rende un prezioso strumento non soltanto ai fini della diagnosi e della riabilitazione dalla disgrafia, ma anche per l'apprendimento della scrittura manuale. Ottenere in tempi brevi dettagliati *feedback* su errori e progressi dei propri studenti consente agli insegnanti di programmare attività didattiche diversificate in base ai diversi stili di apprendimento e ai bisogni formativi dei discenti.

La scrittura digitale, lungi dal decretare la morte della scrittura manuale sostituendola (Sülzenbrück *et al.*, 2011), rappresenta un supporto per potenziarne il processo di apprendimento e promuovere il successo formativo degli studenti.

Riferimenti bibliografici

- Alamargot D., Morin M.F. (2015). Does handwriting on a tablet screen affect students' graphomotor execution? A comparison between Grades Two and Nine. *Human movement science*, 44, pp. 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.08.011>.
- Albano D., Vastola R. (2020). Nuove tecnologie a supporto delle difficoltà di scrittura: stato dell'arte e prospettive future. *ITALIAN JOURNAL OF HEALTH EDUCATION, SPORT AND INCLUSIVE DIDACTICS*, 4(4_sup).
- Amini M., Tavakoli Targhi A., Hosseinzadeh M., Farivar F., Bidaki R. (2022). Identifications of Developmental Dysgraphia on the Basis of Dynamic Handwriting Features. *Int. J. Nonlinear Anal. Appl.* 14, pp. 3179-3188.
- Angelini C. (2019). Sviluppo del pensiero critico e cultura alfabetica. *Sviluppo del pensiero critico e cultura alfabetica*, pp. 65-81.
- Angelini V. (2023). Educare il corpo per imparare a scrivere. *Mizar. Costellazione di pensieri*, 1(18), pp. 41-54.
- Bonneton-Botté N., Fleury S., Girard N., Le Magadou M., Cherbonnier A., Renault M., Jamet, E. (2020). Can tablet apps support the learning of handwriting? An investigation of learning outcomes in kindergarten classroom. *Computers & Education*, 151, 103831.
- Bonneton-Botté N., Guilbert J., Bara F. (2019). L'écriture manuscrite: un apprentissage moteur spécifique. *Approch. Neuropsychol. Apprentiss. Chez L'enfant*, 31, pp. 722-729.
- Cadoret G., Bigras N., Lemay L., Lehrer J., Lemire J. (2018). Relationship between screentime and motor proficiency in children: a longitudinal study. *Early Child Development and Care*, 188(2), pp. 231-239.
- Caporossi G. Référence publiée dans: Caporossi, G. & Alamargot, D. (2014). *L'écriture manuscrite: analyse comparative et méthodes d'études en temps réel. L'exemple du logiciel Eye and Pen*. In C. Leblay e G. Caporossi (Eds). *Le temps de l'écriture: enregistrements et représentations*. Coll." Sciences du langage: carrefours et points de vue" Louvain-la-neuve: Academia-Bruylant.
- Cattaneo A., Valenta B., Zacchi S. (2018). *Cos'è la grafologia*. <https://www.assograf.it/wp-content/uploads/2018/07/La-grafologia-e-bibliografia.pdf>.
- Dahlström D., Boström B. (2017). Pros and cons: Handwriting versus digital writing. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 12(4), pp. 143-161.
- Daud A.Z.C., Aman N.A., Chien C.W., Judd J. (2020). The effects of touch-screen technology usage on hand skills among preschool children: a case-control study. *F1000Research*, 9, 1306. <https://doi.org/10.12688/f1000research.25753.1>
- Feder K.P., Majnemer A. (2007). Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental medicine and child neurology*, 49(4), pp. 312-317. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00312.x>.
- Fu Y., Franz E.A. (2014). Viewer perspective in the mirroring of actions. *Experimental brain research*, 232, pp. 3665-3674.
- Gerth S., Klassert A., Dolk T., Fliesser M., Fischer M.H., Nottbusch G., Festman J. (2016). Is handwriting performance affected by the writing surface? Comparing preschoolers', second graders', and adults' writing performance on a tablet vs. Paper. *Frontiers in psychology*, 7, 211618.

- Gilardoni C. (2013). *HANDWRITING vs TYPEWRITING. Importanza della scrittura a mano nell'era dei nativi digitali*. https://digitalesino.imparadigitale.it/wp-content/uploads/2018/11/Scrittura_a_mano_nei_nativi_digitali_GILARDONI.pdf.
- Hattie J., Timperley H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), pp. 81-112.
- Hersh M. (2017). Classification Framework for ICT-Based Learning Technologies for Disabled People. *Br. J. Educ. Technol.*, 48, pp. 768-788.
- James K.H., Atwood T. (2009). Active motor experience changes neural activation patterns to letter-like symbols. *Cognitive Neuropsychology*, 26, pp. 91-110.
- James K.H. (2017). The importance of handwriting experience on the development of the literate brain. *Current Directions in Psychological Science*, 26(6), pp. 502-508.
- Kervin L. (2016). Powerful and playful literacy learning with digital technologies. *The Australian Journal of Language and Literacy*, 39(1), pp. 64-73.
- Kiefer M., Velay J.L. (2016). Writing in the digital age. *Trends in Neuroscience and Education*, 5(3), pp. 77-81.
- Kluger A.N., DeNisi A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), pp. 254-284.
- Li J.X., James K.H. (2016). Handwriting generates variable visual output to facilitate symbol learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145, pp. 298-313.
- Longcamp M., Boucard C., Gilhodes J.-C., Anton J.-L., Roth M., Nazarian B., Velay J.-L. (2008). Learning through hand- or typewriting influences visual recognition of new graphic shapes: Behavioral and functional imaging evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, pp. 802-815.
- Longcamp M., Zerbato-Poudou M.T., Velay J.L. (2005). The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta psychologica*, 119(1), pp. 67-79.
- Mangen A., Balsvik L. (2016). Pen or keyboard in beginning writing instruction? Some perspectives from embodied cognition. *Trends in neuroscience and education*, 5(3), pp. 99-106.
- Mann A.-M., Hinrichs U., Quigley (2015). A. *Digital Pen Technology's Suitability to Support Handwriting Learning*. In T. Hammond, S. Valentine, A. Adler, M. Payton, M. (Eds). *The Impact of Pen and Touch Technology on Education*; Human-Computer Interaction Series; Springer: Cham, pp. 7-22.
- Marquardt C., Meyer M.D., Schneider M., Hilgemann R. (2016). Learning handwriting at school – A teachers' survey on actual problems and future options. *Trends in Neuroscience and Education*, 5(3), pp. 82-89.
- Mogey N., Paterson J., Burk J., Purcell M. (2010). Typing compared with handwriting for essay examinations at university: letting the students choose. *ALT-J*, 18(1), pp. 29-47.
- Mueller P.A., Oppenheimer D.M. (2014). The pen is mightier than the keyboard: Advantages of longhand over laptop note taking. *Psychological science*, 25(6), pp. 1159-1168.
- Natta F. (2016). Corsivo vs computer. Perché scrivere a mano. Percorsi cognitivi e orizzonti di ricerca. *STUDIUM EDUCATIONIS. Rivista semestrale per le professioni educative*,

(2), pp. 23-34.

- Paloma F.G., Angelino F., Pastena N., Raiola G., Lipoma M., Tafuri D. (2016). Il corpo come mediatore didattico nell'apprendimento della letto-scrittura. *L'INTEGRAZIONE SCOLASTICA E SOCIALE*, 15(3), pp. 326-341.
- Paloma F.G., Ascione A., Tafuri D. (2016). Embodied Cognition: il ruolo del corpo nella didattica. *Formazione & insegnamento*, 14, pp. 75-87.
- Paloma F.G., Borrelli M., Buondonno E. (2019), "Scuole innovative. L'Embodied Cognition Design come paradigma dei nuovi spazi scolastici, 5-225.
- Peers E. (1972). *Complete works of St. Tereise of Jesus*. Vol. II. London: Sheed and Ward.
- Peluso Cassese F.P., Torregiani G., Bonfiglio L. (2017) Il ruolo del corpo nella didattica: Riflessioni scientifiche ed aree di applicazione [The role of body in didactis: Scientific reflections and areas of application]. *Formazione & Insegnamento*, XV. Lecce: Pensa MultiMedia.
- Reffieuna A. (2011). *Come funziona l'apprendimento. Conoscere i processi per favorirne lo sviluppo in classe*. Trento: Erickson.
- Simonnet D., Anquetil E., Bouillon M. (2017). Multi-criteria handwriting quality analysis with online fuzzy models. *Pattern Recognition*, 69, pp. 310-324.
- Smoker T.J., Murphy C.E., Rockwell A.K. (2009). Comparing memory for handwriting versus typing. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 53(22). Los Angeles, CA: SAGE Publications, pp. 1744-1747.
- Suddath C. (2009). Mourning the death of handwriting. *Time Magazine*, 174(4).
- Sülzenbrück S., Hegele M., Rinkenauer G., Heuer H. (2011). The death of handwriting: Secondary effects of frequent computer use on basic motor skills. *Journal of motor behavior*, 43(3), pp. 247-251.
- Travaglini R. (2017). Un bene comune da non perdere: la scrittura. Il piacere naturale di scrivere a mano, raccontandosi. *MeTis-Mondi educativi. Temi indagati suggestioni*, 7(2).
- Travaglini, R. (2022). Scrittura a mano versus scrittura digitale: conflitto o integrazione? *Graphos. Rivista internazionale di pedagogia e didattica della scrittura*, 1, pp. 35-46.
- Trincherò R. (2015). Per una didattica brain-based: costruire la learning readiness attraverso la pratica deliberata. *Form@re-Open Journal per la formazione in rete*, 15(3), pp. 52-66.
<https://oaj.fupress.net/index.php/formare/article/download/3559/3559/>
- Van der Meer A.L., van der Weel F.R. (2017). Only three fingers write, but the whole brain works: a high-density EEG study showing advantages of drawing over typing for learning. *Frontiers in psychology*, 8.
- Van der Weel F.R., van der Meer A.L. (2024). Handwriting but not typewriting leads to widespread brain connectivity: a high-density EEG study with implications for the classroom. *Frontiers in Psychology*, 14.
- Varela F.J. (1990). *Il corpo come macchina ontologica*. In *Cos'è la conoscenza?* (pp. 43-53). Roma-Bari: Laterza.
- Vertecchi B. (2016), *I bambini e la scrittura. L'esperimento Nulla Dies Sine Linea*. Milano: FrancoAngeli.

