

# Restituire la mano al pensiero. Per una ecologia cognitiva della scrittura nella scuola contemporanea

Claudia Capaci\*, Gabriella Ferrara\*\*

**Riassunto:** Riconfigurare la didattica della scrittura a mano, intesa come pratica cognitiva incarnata e *warm-up* neuromotorio, consente di superare il falso dilemma tra analogico e digitale. Entro una cornice che intreccia il pensare heideggeriano come ascolto e dimora nel linguaggio con una prospettiva semiotica e una fenomenologia del gesto, la scrittura manuale si rivela luogo in cui segno, corpo e mondo si co-costituiscono. Su queste basi viene proposto un modello pedagogico-operativo integrato per l'educazione alla lettura e alla scrittura nella scuola contemporanea: un impianto ecologico in tre fasi, sincronia neuromotoria, trascrizione intenzionale e scrittura per comprendere che cosa orchestra le *affordance* complementari della mano, della penna digitale con feedback aptico e della tastiera. Le evidenze convergono: l'alfabeto si consolida congiuntamente come codice e programma motorio; la variabilità del tratto stabilizza le rappresentazioni ortografiche; la produzione manuale attiva *pattern* di sincronizzazione più ricchi della digitazione e sostiene fluency, decodifica e comprensione. Restituire la mano al pensiero emerge come scelta metodologica consapevole al servizio di un sapere abitabile e condiviso.

**Parole chiave:** scrittura manuale, fenomenologia, cognizione incarnata, *warm-up* neuromotorio, didattica inclusiva.

**English title:** Restoring the hand to thought. For a cognitive ecology of writing in contemporary education

**Abstract:** Reconfiguring the pedagogy of handwriting, understood as an embodied cognitive practice and a neuromotor warm-up, allows us to move beyond the false dichotomy between analogue and digital. Within a framework that intertwines Heidegger's account of thinking as listening and dwelling in language with a semiotic perspective and a phenomenology of gesture, handwriting emerges as the site where sign, body, and world co-constitute one another. On this basis, an integrated pedagogical-operational model is proposed for literacy education in contemporary schooling: an ecological three-phase framework neuromotor synchrony, intentional transcription, and writing-to-understand that orchestrates the complementary affordances of the hand, the haptic-enabled digital pen, and the keyboard. Converging evidence shows that the alphabet consolidates simultaneously as code and motor program; that stroke variability stabilizes orthographic representations; and that manual inscription activates richer patterns of neural synchronization than typing, thereby supporting fluency, decoding, and comprehension. Restoring the hand to thought thus emerges as a deliberate methodological choice in the service of a form of knowledge that can once again be inhabited and shared.

**Keywords:** handwriting, phenomenology, embodied cognition, neuromotor warm-up, inclusive education.

\* Università di Palermo. Email: claudia.capaci@unipa.it

\*\* Università di Palermo. Email: gabriella.ferrara@unipa.it

Il presente contributo, frutto della collaborazione tra le tre autrici, è stato articolato come segue: Claudia Capaci ha redatto i paragrafi 1, 2, 2.3, 3 e 4; Gabriella Ferrara i paragrafi 2.1, 2.2 e 5.

## 1 Introduzione

Sin dalle lezioni di Friburgo raccolte in *Was heißt Denken?* (1952), Heidegger sottrae il pensare al paradigma del calcolo e ne mostra la forma originaria come ascolto, gratitudine, memoria che raccoglie e dimora nella lingua, “casa dell’essere” in cui il senso viene alla presenza. In questo orizzonte la mano non è un mero strumento di presa ma un luogo di prossimità che offre, indica, custodisce e, scrivendo, apre uno spazio di apparizione in cui il pensiero si trattiene e si lascia formare. La scrittura manuale non trasferisce soltanto informazione: ospita il senso, impone un ritmo di lentezza e sottrae il pensiero alla coazione dell’esecuzione rapida, riconducendolo all’attenzione e alla corporeità del gesto. Non nostalgia di un mezzo, dunque, ma *ethos* del pensare.

Su tale soglia la semiotica della traccia chiarisce il nesso fra gesto e codice: la lettera manoscritta si dà come indice, icona e simbolo, e la micro-variabilità del tratto educa a cogliere l’invariante oltre le forme contingenti (Eco, 1979; Everaert-Desmedt, 2019). La fenomenologia del gesto mostra inoltre come scrivere significhi coordinare sguardo, postura, respiro e prensione entro un’unità operativa in cui le *affordances* della carta e, quando ben progettata, della penna digitale con feedback aptico, modulano l’attenzione e predispongono la mente all’elaborazione simbolica (Merleau-Ponty, 1945; Gibson, 2014; Gallagher, 2006; Varela, Thompson & Rosch, 2024).

Le evidenze convergono: la pratica manuale lascia una firma motoria, rafforza le reti della lettura e favorisce una elaborazione più profonda rispetto alla digitazione (James & Engelhardt, 2012; James, 2017; Longcamp *et al.*, 2016; van der Meer & van der Weel, 2017; van der Weel & van der Meer, 2024; Wiley & Rapp, 2021).

Da qui l’esigenza di un’ecologia integrata dei mezzi, che non oppone “carta” e “pixel” ma assegna a ciascuno il compito più congruo alla propria ecologia cognitiva: la mano fonda e concentra, la penna digitale, quando sostenuta da feedback aptico ed ergonomia curata, sviluppa e stratifica, la tastiera accelera e pubblica. Tale orchestrazione si intreccia con i principi di salute scolastica, che invitano a variare le posture cognitive, a interrompere la sedentarietà con pause attive e a curare l’ergonomia del gesto come condizione dell’attenzione (WHO, 2020; Stiglic & Viner, 2019). In prospettiva inclusiva, profili con difficoltà grafomotorie o *disgrafia* richiedono tempi estesi, modellamento e tracciati graduati, insieme a misure compensative, penna digitale e digitazione senza rinunciare a micro-*routine* manuali che preservano i benefici attentivi e percettivo-motori; nelle prove digitali, l’integrazione mano-tastiera diventa criterio di equità (Berninger, Richards & Abbott, 2015; Bonneton-Botté *et al.*, 2023; Longcamp *et al.*, 2016).

## ② Segno, corpo, mondo: una cornice integrata

La scrittura a mano è il luogo generativo in cui segno, corpo e mondo si incontrano. In chiave semiotica, il segno grafico conserva l'impronta dell'atto che lo produce; in chiave fenomenologica, è gesto intenzionale che istituisce senso nello spazio-tempo della pagina. Le due letture convergono in una tesi pedagogica: la grafia manuale funziona come *warm-up* neuromotorio, mettendo in risonanza sistemi motori, percettivi e linguistici, orientando l'attenzione e stabilizzando l'elaborazione concettuale.

### 2.1. Semiotica della traccia

Nel quadro triadico di Peirce, ogni segno implica una relazione dinamica tra rappresentamen, oggetto e interpretante. La scrittura a mano esibisce con chiarezza tre modalità coesistenti: è indice (pressione, ritmo, direzione del tratto), icona (somiglianza con lo "schema" della lettera) e simbolo (convenzioni della comunità) (Everaert-Desmedt, 2019). Nella pratica didattica significa apprendere l'alfabeto come codice ma prima ancora come impronta.

La mano introduce una variabilità controllata, ampiezza, inclinazione, curvatura che addestra a riconoscere l'invariante grafemica sotto molte realizzazioni (Longcamp *et al.*, 2016).

La scrittura emerge come un'arte dei passaggi in cui la sequenza motoria lascia un sedimento pragmatico nell'interpretante; comprendere "A" è, anche, poter ricostruire il gesto di "A". Per questo, nelle prime alfabetizzazioni, ordine dei tratti e direzionalità non sono dettagli marginali ma elementi che ancorano il simbolo a una memoria motoria condivisa.

### 2.2. Fenomenologia del gesto grafico

Una lettura fenomenologica rivela la scrittura come gesto intenzionale situato: una coordinazione di sguardo, postura, respiro, prensione e ritmo che istituisce segni nello spazio della pagina. L'atto grafico allinea schema corporeo e schema del segno, rendendo visibile un pensiero che si forma *mentre* viene tracciato (Merleau-Ponty, 1945).

Questa prospettiva dialoga con le teoria della mente incarnata (*embodied mind*): il significato non è un'etichetta sopra i corpi, ma nasce dall'interazione senso-motoria con l'ambiente (Varela, Thompson & Rosch, 2024). Scrivere a mano è una forma paradigmatica di cognizione situata; le micro-resistenze della carta, l'attrito della punta, la modulazione del polso sono *affordances* che orientano l'azione e, insieme, modellano la forma del pensiero (Gibson, 2014; Bartoñ *et al.*, 2020). In questo senso, la grafia manuale diventa una tecnica del sé in quanto non solo rappresenta idee, ma prepara l'attenzione, ritma il tempo cognitivo, regola il tono posturale. Il gesto grafico, ripetuto e intenzionale, mette in fase cortece

sensori-motorie e processi linguistici, predisponendo la mente a compiti di maggiore astrazione configurandosi come un *warm-up* neuromotorio.

La scrittura a mano impone brevi intervalli che sostengono la selezione, il ripensamento, la revisione, la riflessione, la formulazione e la coesione del testo, come mostrano anche gli studi sui benefici della presa di appunti manuale nella riformulazione concettuale (Mueller & Oppenheimer, 2014; Rønningsbakk, 2022).

### 2.3. Una pedagogia della scrittura come praxis

Se accettiamo che la traccia scritta a mano sia insieme indice, icona e simbolo e che il gesto corporeo istituisca senso nello spazio della pagina, l'insegnamento della scrittura diventa una vera e propria pedagogia della *praxis*: lo studente impara a riconoscere mentre le ricostruisce con la mano. La variabilità inevitabile del tratto, differenze di ampiezza, inclinazione, curvatura si rivelano una risorsa cognitiva che allena il sistema percettivo a estrarre l'invariante della lettera sotto molte realizzazioni possibili. In classe, ciò significa guidare gli alunni a co-costruire l'invariante grafemica attraverso la pratica consapevole di tratti e sequenze, affinché ogni segno venga compreso non solo come convenzione simbolica, ma come figura che nasce da un'azione. La mente non si separa dal corpo che agisce: il "*warm-up* neuromotorio" della scrittura innesca risonanze senso-motorie in cui le micro-resistenze della carta, l'attrito della punta e la modulazione del polso funzionano da *affordances* che orientano l'azione e regolano il tono attentivo richiesto dall'elaborazione testuale.

Se la lentezza produttiva che sostiene la coesione del pensiero prende forma sulla pagina, sarebbe sensato collocare la scrittura manuale nelle fasi di ideazione e di bozza, e riservare la tastiera alle fasi di revisione, impaginazione e pubblicazione, costruendo un ecosistema ibrido in cui mano, penna digitale e tastiera svolgono funzioni complementari e non concorrenti.

In questa prospettiva, la scrittura manuale emerge come un dispositivo cognitivo incarnato che mette in risonanza processi percettivi, motori e linguistici. È in questo snodo teorico che si colloca il nucleo concettuale introdotto nel presente contributo: "restituire la mano al pensiero" non significa difendere una tecnologia del passato, ma riconoscere che il gesto grafico non accompagna semplicemente il pensare, ma lo genera e lo rende possibile.

### ③ Evidenze neuroscientifiche: cosa accade quando scriviamo a mano

Che cosa "guadagna" il cervello quando la mano impugna la penna, modula pressione e velocità, intreccia continuamente sguardo e movimento? Le ricerche degli ultimi due decenni convergono sulla visione che la scrittura a mano non sia un semplice canale alternativo alla tastiera, bensì un contesto neurocognitivo specifico in cui sistemi percettivi, motori e linguistici entrano in risonanza funzionale. L'alfabeto viene appreso come codice e programma motorio; interiorizzare la

sequenza d'azione stabilizza le rappresentazioni visive e facilita l'accesso al lessico scritto (James & Engelhardt, 2012; James, 2017; Wiley & Rapp, 2021).

Sul versante evolutivo l'esperienza di produrre le lettere, non la mera visione o il ricalco, potenzia regioni che diverranno il nucleo della rete della lettura; in fase di riconoscimento, i *pattern* risultano più "maturi" quando la familiarizzazione è avvenuta scrivendo e non digitando, segno che il programma motorio lascia una firma nelle mappe percettive e salda forma e suono (James, 2017). A ciò si aggiunge il ruolo della variabilità del tratto: cambi di inclinazione, ampiezza, curvatura allenano l'estrazione dell'invariante grafemica, rendendo le rappresentazioni più robuste e meno fragili ai cambi di *font* o stile (Longcamp *et al.*, 2016).

In compiti di scrittura/disegno a mano si osservano attività più ampie e connettività più diffuse rispetto alla digitazione, con maggiore integrazione sensorimotoria e coinvolgimento di memoria di lavoro e controllo esecutivo; a parità di contenuto simbolico, la modalità manuale promuove *pattern* di sincronizzazione più ricchi tra fronto-parietale e occipito-temporale, come una "via lunga" che attraversa percezione, gesto e pianificazione (van der Weel & van der Meer, 2024). Dal punto di vista anatomo-funzionale, l'area premotoria dorsale sinistra (nota come area di Exner), insieme al lobo parietale superiore e, in misura variabile, al cervelletto, risulta costantemente coinvolta nei compiti di scrittura. Queste regioni motorie e parietali interagiscono con il circuito occipito-temporale della lettura, che comprende anche la corteccia fusiforme sinistra, contribuendo così a stabilizzare le rappresentazioni ortografiche e a vincolare i tratti grafici a schemi visivo-linguistici duraturi (Longcamp *et al.*, 2016). Le implicazioni emergono con nettezza anche nei disturbi specifici dell'apprendimento. In caso di dislessia e soprattutto di disgrafia, i processi di trascrizione possono diventare un ostacolo: quando il costo motorio cresce, la mente fatica a liberare risorse per i processi superiori; intervenire sulla grafomotricità significa quindi ristrutturare l'economia cognitiva della scrittura (Berninger, Richards & Abbott, 2015; Bonneton-Botté *et al.*, 2023). In generale, l'allenamento del tratto con resistenze, tempi e micro-correzioni sostiene l'attenzione tonica, allinea memoria di lavoro e obiettivi semantici e, pur trasferendosi in parte alla tastiera, cambia profilo quando si digita: più rapido e meno vincolato a processi di selezione e riformulazione, che la lentezza della mano invece sollecita con continuità (Mueller & Oppenheimer, 2014).

Le meta-analisi confermano che i programmi di insegnamento graduato, modellamento, feedback e criteri di leggibilità producono effetti significativi su fluidità, accuratezza e qualità testuale. I programmi di modellamento, pratica guidata, feedback e criteri di leggibilità producono effetti da piccoli a moderati su leggibilità, velocità e correttezza, con ricadute sulla qualità testuale. Scrivere sul testo e, a partire dal testo, selezionare, organizzare, riformulare incrementa fluidità, decodifica e comprensione; la lentezza produttiva della mano introduce micro-intervalli deliberativi che favoriscono ristrutturazione concettuale e monitoraggio dell'errore (Graham & Hebert, 2011; López-Escribano, Martín-Babarro & Pérez-López, 2022; Marano *et al.*, 2025; Mueller & Oppenheimer, 2014).

La didattica che mette al centro la grafia manuale costruisce condizioni cognitive favorevoli all'apprendimento profondo: automatizza i processi di trascrizione per sgravare la memoria di lavoro, rende disponibili schemi motori che ancorano le unità ortografiche, coltiva tempi di pensiero compatibili con la riformulazione concettuale e, quando necessario, si integra con il digitale in modo funzionale. È precisamente questa orchestrazione: mano per fondare e concentrare, tastiera per accelerare e pubblicare, e penna digitale come ponte a produrre i migliori esiti nella scuola contemporanea.

#### 4 La scrittura a mano come *warm-up* neuromotorio: un modello operativo integrato

Tradurre cornici teoriche ed evidenze empiriche in scelte curriculari non significa introdurre un'ennesima "unità didattica", ma rifondare la grammatica quotidiana dell'insegnamento della lingua scritta. In questa prospettiva, la scrittura a mano si configura come una vera e propria tecnologia cognitiva incarnata: regola i tempi, plasma le posture attentive e modella le forme del pensiero. Conviene dunque collocarla in una spirale curricolare che ne scandisca funzioni e obiettivi lungo l'intero ciclo primario, per il quale il modello è stato primariamente concepito come rifondazione dell'alfabetizzazione iniziale, e, in forme rinnovate, nella secondaria. Nello specifico, le fasi di sincronia neuromotoria e trascrizione intenzionale risultano cruciali nei primi anni della scuola primaria per l'automatizzazione del codice e del programma motorio. La fase di scrittura per comprendere, invece, si intensifica progressivamente, diventando il fulcro della pratica nella secondaria di primo e secondo grado, dove la scrittura a mano continua ad agire come strategia per la riformulazione concettuale.

L'idea regolativa è quella della "doppia competenza": da un lato fondare attraverso la grafia manuale rappresentazioni ortografiche stabili e processi di trascrizione automatizzati; dall'altro integrare le *affordances* del digitale, distribuendo in modo calibrato i compiti fra carta, penna digitale e tastiera. Ogni mezzo, quindi, non in concorrenza ma in complementarità, è assegnato al compito più congruo alla propria ecologia cognitiva (Mueller & Oppenheimer, 2014; Longcamp *et al.*, 2016; Wiley & Rapp, 2021).

La didattica della scrittura deve inoltre assumere la grafia come dispositivo di regolazione cognitiva: un *warm-up* che, attraverso la coordinazione sensomotoria, sincronizza il ritmo del corpo con quello del segno, modulando tono posturale, attenzione sostenuta e memoria di lavoro. Questa attivazione preliminare libera risorse per la successiva elaborazione simbolica e si riflette nella lettura e nella composizione testuale (van der Meer & van der Weel, 2024; Bartoñ *et al.*, 2020).

Nel modello operativo proposto si distinguono tre fasi, tra loro complementari e ricorsive.

Nella prima fase, dedicata alla *sincronia neuromotoria* (2-3 minuti), brevi esercizi di coordinazione, che includono l'allineamento di scapole e collo, la stabilizzazione del bacino e la regolazione del respiro, vengono accompagnati da micro-traiettorie grafiche che anticipano il gesto della scrittura: linee ascendenti e discendenti, anse, curvature, variazioni controllate di pressione e velocità. Non si tratta di una "ginnastica accessoria", ma di un momento preparatorio in cui lo schema corporeo si mette in fase con lo schema del segno, permettendo all'occhio di misurare lo spazio del rigo e alla mano di interiorizzarne la resistenza. In tal modo si predispone l'attenzione tonica necessaria al compito successivo (Gibson, 2014; van der Meer & van der Weel, 2024).

Nella seconda fase, denominata *trascrizione intenzionale* (5-10 minuti), la copia guidata – seguita da micro-produzioni autonome di parole o brevi sintagmi – lavora su leggibilità, spaziatura, ritmo e ortografia. In questo processo la mano riconosce la lettera mentre la ricostruisce, e la variabilità esecutiva allena a distinguere l'essenziale dall'accidentale (Longcamp *et al.*, 2016). L'esercizio consente così di automatizzare i processi di base, liberando risorse cognitive per la pianificazione e la coesione testuale, e di consolidare rappresentazioni ortografiche più stabili e robuste (James & Engelhardt, 2012; James, 2017; López-Escribano *et al.*, 2022). In un'ottica digitale, la penna su display può fungere da ponte quando l'interfaccia restituisce un feedback credibile di pressione e velocità: essa conserva molte virtù senso-motorie della grafia manuale, integrandole con le affordances della revisione e dell'archiviazione (Longcamp *et al.*, 2016; Bonneton-Botté *et al.*, 2023).

Infine, nella terza fase, centrata sulla *scrittura per comprendere* (10-15 minuti), gli studenti sono invitati a produrre appunti manuali su testi, mappe concettuali, parafrasi o brevi spiegazioni destinate a un interlocutore reale. Questa pratica costringe a selezionare, ristrutturare e riformulare, evitando la *copia verbatim* che la tastiera talvolta favorisce. La lentezza relativa della mano introduce micro-intervalli deliberativi che sostengono il monitoraggio dell'errore e rafforzano la coesione concettuale. La letteratura *writing-to-read* conferma che tali pratiche, se regolari e guidate da istruzioni chiare, producono effetti positivi su fluenza, decodifica e comprensione (Graham & Hebert, 2011; Mangen, Walgermo & Brønnick, 2013; Rønningsbakk, 2022). Anche in questo caso, una variante digitale con penna su display può trasformare l'esperienza da un semplice *tapping/scroll* passivo a una postura grafemica attiva, modulando quantità e qualità dell'esposizione (Poitras *et al.*, 2016).

Il modello integra anche un'istanza inclusiva. Nei casi di disgrafia o difficoltà esecutive si prevedono tempi estesi, modellamento frequente e tracciati graduati. Parallelamente, strumenti compensativi come penna digitale con feedback aptico e digitazione consentono di alleggerire il costo motorio senza impoverire la resa linguistica. In tal senso, la tecnologia digitale funge da strumento di personalizzazione degli apprendimenti, garantendo che gli alunni con diversi profili di funzionamento possano mantenere il *focus* sui processi cognitivi superiori, riducendo al contempo il carico esecutivo richiesto dalla trascrizione. La penna aptica in particolare, preservando una traccia del gesto, agisce da ponte inclusivo, calibrando

l'interazione corporea e cognitiva. Restano tuttavia cruciali brevi *warm-up* e segmenti di grafia intenzionale, per preservare benefici attentivi e percettivo-motori (Berninger, Richards & Abbott, 2015; van der Meer & van der Weel, 2017; Bonneton-Bott *et al.*, 2023). Parlare di scrittura come *warm-up* neuromotorio significa riconoscere che l'alfabeto non è un semplice repertorio di segni, ma un *corpus* di gesti: una grammatica di pressioni, direzioni e tempi attraverso cui il pensiero impara a prendersi tempo, a darsi forma, a diventare testo. In questa coordinazione la scrittura ritrova il suo statuto di pratica cognitiva incarnata, capace di preparare la mente non solo a produrre parole, ma a pensarle (Doug, 2019; Goody, 1986).

## 5 Conclusione

Riconoscere la centralità della scrittura manuale significa riportare in primo piano la sua funzione fondativa nell'esperienza del pensare. Il gesto grafico non è un mero accessorio tecnico né un retaggio da preservare per nostalgia: è il luogo in cui segno e corpo si intrecciano, dando forma a un pensiero che si trattiene, si plasma e si fa linguaggio. Con i suoi ritmi lenti e le sue resistenze materiali, la scrittura a mano sottrae l'elaborazione cognitiva alla pura velocità esecutiva e predispone un tempo disteso, capace di favorire selezione, riformulazione e coesione concettuale. In questa prospettiva, la questione non consiste nello scegliere tra scrittura manuale e digitale, ma nell'orchestrare i diversi strumenti in una vera ecologia cognitiva: una distribuzione funzionale dei compiti, orientata a un apprendimento profondo.

Il modello operativo discusso – sincronia neuromotoria, trascrizione intenzionale e scrittura per comprendere – non aggiunge un'unità didattica, ma rifonde la pratica quotidiana della scrittura. La scuola, così, non moltiplica le ore, ma dà misura ai tempi, orchestrando corpo, gesto e parola in un *continuum* formativo che sostiene tanto i processi di base quanto l'elaborazione concettuale avanzata, in una prospettiva inclusiva.

Molte piste di ricerca restano aperte per consolidare e sviluppare il modello proposto. Tali direzioni future dovranno riguardare, in primo luogo, la definizione di indicatori di monitoraggio e valutazione specifici per ciascuna fase del modello (sincronia neuromotoria, trascrizione intenzionale e scrittura per comprendere), per misurarne l'efficacia didattica. Sarà inoltre essenziale approfondire lo studio dei tempi di apprendimento coinvolti per ottimizzare l'allocazione delle risorse curricolari. Infine, un ulteriore passo sarà l'allineamento della proposta con le competenze e i traguardi previsti dalla normativa nazionale per facilitare la sua implementazione pratica in un contesto normativo esistente. Il nucleo, tuttavia, è chiaro: la scrittura manuale, lungi dall'essere una reliquia, è pratica ordinaria e irrinunciabile dell'abitare linguistico.

La proposta è semplice nella sua ambizione: restituire la mano al pensiero, per fedeltà a ciò che rende la conoscenza esperienza condivisa e non semplice

trasferimento. Nel ritmo del segno che costringe a sostare, scegliere, ricordare, la scrittura lascia venire alla presenza ciò che vale, lo affida a parole che restano e a gesti che sanno custodirle.

## Riferimenti bibliografici

- Bartoň M., Fňášková M., Rektorová I., Mikl M., Mareček R., Rapcsak S.Z., Rektor I. (2020). The role of the striatum in visuomotor integration during handwriting: An fMRI study. *Journal of Neural Transmission*, 127(3), 331-337.
- Berninger V.W., Richards T.L., Abbott R.D. (2015). Differential diagnosis of dysgraphia, dyslexia, and OWL LD: Behavioral and neuroimaging evidence. *Reading and Writing*, 28(8), 1119-1153.
- Bonneton-Botté N., Miramand L., Bailly R., Pons C. (2023). Teaching and rehabilitation of handwriting for children in the digital age: Issues and challenges. *Children*, 10(7), 1096.
- Doug R. (2019). Handwriting: Developing Pupils' Identity and Cognitive Skills. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 7(2), 177-188.
- Everaert-Desmedt N. (2019). Peirce's semiotics. In L. Hébert (ed.). *An Introduction to Applied Semiotics*. London: Routledge, 241-249.
- Eco U. (1979). *A theory of semiotics* (vol. 217). Bloomington: Indiana University Press.
- Gallagher S. (2006). *How the body shapes the mind*. Oxford: Clarendon Press.
- Gibson J.J. (2014). *The ecological approach to visual perception: classic edition*. New York: Psychology Press.
- Goody J. (1986). *The logic of writing and the organization of society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Graham S., Hebert M. (2011). Writing to read: A meta-analysis of the impact of writing and writing instruction on reading. *Harvard educational review*, 81(4), 710-744. <https://doi.org/10.17763/haer.81.4.t2k0m13756113566>.
- Heidegger M. (1952). Was heisst Denken? *Merkur*, 6(53), 601-611.
- James K.H. (2017). The importance of handwriting experience on the development of the literate brain. *Current Directions in Psychological Science*, 26(6), 502-508.
- James K.H., Engelhardt L. (2012). The effects of handwriting experience on functional brain development in preliterate children. *Trends in Neuroscience and Education*, 1(1), 32-42.
- Longcamp M., Velay J.L., Berninger V.W., Richards T. (2016). Neuroanatomy of handwriting and related reading and writing skills in adults and children with and without learning disabilities: French-American connections. *Pratiques. Linguistique, littérature, didactique*, 171-172.
- López-Escribano C., Martín-Babarro J., Pérez-López R. (2022). Promoting handwriting fluency for preschool and elementary-age students: Meta-analysis and meta-synthesis of research from 2000 to 2020. *Frontiers in psychology*, 13, 841573.
- Mangen A., Walgermo B.R., Brønnick K. (2013). Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *International journal of educational research*, 58, 61-68.

- Marano G., Kotzalidis G.D., Lisci F.M., Anesini M.B., Rossi S., Barbonetti S., ... & Mazza M. (2025). The Neuroscience Behind Writing: Handwriting vs. Typing Who Wins the Battle? *Life*, 15(3), 345.
- Merleau-Ponty M. (1945). *Phénoménologie de la perception*. Paris: Gallimard.
- 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), 1159-1168.
- Poitras V.J., Gray C.E., Borghese M.M., Carson V., Chaput J.P., Janssen I., ... Tremblay M.S. (2016). Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 41(6), S197-S239.
- Rønningsbakk L. (2022). How does the shift from handwriting to digital writing technologies impact writing for learning in school? *International Conference on Innovative Technologies and Learning*. Cham: Springer, 231-240.
- Stiglic N., Viner R.M. (2019). Effects of screentime on the health and well-being of children and adolescents: a systematic review of reviews. *BMJ open*, 9(1), e023191.
- Varela F.J., Thompson E., Rosch E. (2024). *La mente nel corpo*. Roma: Astrolabio.
- 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, 706.
- 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, 1219945.
- Wiley R.W., Rapp B. (2021). The effects of handwriting experience on literacy learning. *Psychological science*, 32(7), 1086-1103.
- World Health Organization (2020). *Guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization.