

Tipografia parametrica analogica e didattica enattiva

Luciano Perondi Università Iuav di Venezia, Dipartimento di Culture del progetto
luciano.perondi@iuav.it

Francesco Laera Politecnico di Bari, Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management
francesco.laera@poliba.it

L'obiettivo di questo lavoro è quello di presentare i principi tipografici sui quali è stato elaborato un pantografo parametrico cartesiano, illustrandone la validità quale mediatore enattivo in ambito didattico. Il pantografo controlla analogicamente le variabili tipografiche partendo da un tracciato, che regolando i parametri che definiscono la forma dei tratti, genera segni coerenti, concentrando la progettazione sugli elementi che costituiscono le variabili di forma dei caratteri. L'uso di dispositivi meccanici rende visibili e tangibili tutti i passaggi logici nel funzionamento del processo eseguibili attraverso la macchina rendendo l'esperienza fisica e sensoriale, integrando la pratica manuale diretta nei percorsi educativi.

Tipografia parametrica, Variabili tipografiche, Dispositivo storico da disegno, STEAM education, Apprendimento enattivo

The objective of this paper is to present the typographic principles on which a Cartesian parametric pantograph has been developed, illustrating its validity as an enactive mediator in the educational setting. The pantograph analogically controls typographic variables from a layout, which by adjusting the parameters that define the shape of strokes, generates consistent signs, focusing the design on the elements that constitute the character shape variables. The use of mechanical devices makes visible and tangible all the logical steps in the operation of the process executable through the machine making the experience physical and sensory, integrating direct manual practice into educational pathways.

Parametric typography, Typographic variables, Historical drawing device, STEAM education, Enactive learning

Premessa

La locuzione “tipografia parametrica” indica l’uso di equazioni matematiche per generare e manipolare forme tipografiche che possono adattarsi e cambiare in base a parametri e input specifici. Nella definizione adottata in questo lavoro, la tipografia parametrica analogica impiega macchine analogiche per effettuare questa operazione.

Didattica e manualità nell’apprendimento

L’ipotesi che formuliamo è che attraverso l’impiego di un pantografo parametrico con regolazioni analogiche si possa favorire l’introduzione dello studio delle trasformazioni geometriche piane con studenti di scuola primaria e il rinforzo della comprensione dello studio applicato delle stesse con studenti di design.

Contestualizziamo di seguito alcuni aspetti relativi alla didattica come ambito di applicazione del pantografo parametrico.

Il modello formativo italiano stabilito dalla riforma Gentile del 1923 poneva le attività manuali in fondo alla gerarchia del sapere, privilegiando le materie teoriche e accademiche (Zago, 2022a), e in particolare gli insegnamenti umanistico-letterari, contrapposti a quelli scientifico-tecnici (Zago, 2022b).

Tuttavia, alla luce delle ricerche sulla *embodied cognition* (Shapiro, Stolz, 2019), delle pratiche di educazione manuale Sloyd (Olafsson, Thorsteinsson, 2012) e in generale sul ruolo delle competenze artigianali nel curriculum (Pöllänen, 2009), si evidenzia la necessità di un approccio più equilibrato all’istruzione che integri la manualità nei percorsi educativi, così come l’osservazione della pratica manuale diretta.

In questo contesto si colloca la teorizzazione della didattica enattiva (Bruner, 1984; Rossi, 2011), la quale implica un’esperienza fisica e sensoriale pratica. L’apprendimento di cui ci occupiamo in questa sede avviene attraverso la manipolazione diretta (*hands on*) e l’esplorazione di oggetti fisici da parte dello studente.

La didattica enattiva è connessa alla teoria della *embodied cognition* (Schapiro, 2010), che suggerisce che la cognizione non è solo un processo mentale, ma è anche influenzata dalle esperienze fisiche e dalle interazioni con l’ambiente.

Nell’ambito della tipografia, l’apprendimento enattivo si traduce nell’uso di metodi di apprendimento pratico ed esperienziale per comprendere le relazioni sottostanti a forme tipografiche coerenti.

Tale approccio potrebbe favorire anche l’apprendimento di conoscenze matematiche astratte, in quanto le relazioni tra le forme sono regolate da trasformazioni geometriche pia-

ne (Perondi, Arista, 2022), che devono essere comprese e manipolate dai discenti per produrre forme tipografiche visivamente coerenti.

Il pantografo parametrico, attraverso la presenza di un automatismo analogico visibile, può essere considerata funzionale a integrare una sequenza di apprendimento esperienziale (Hoover e al., 2012), posizionandosi tra l'apprendimento tramite osservazione vicaria e l'esperienza diretta, come un passaggio intermedio tra le due fasi.

Nel nostro caso di applicazione, il movimento del meccanismo traduce visivamente un principio geometrico e matematico, rendendo esplicito il principio di trasformazione delle variabili del carattere tipografico. Diventa tangibile il rapporto tra causa ed effetto esplicitando la relazione tra l'azione di set-up della macchina e il risultato ottenuto. Questo permette di spostare sul piano enattivo conoscenze normalmente trattate unicamente attraverso mediatori simbolici. Ad esempio per spiegare il coefficiente angolare (m) si può partire dal fatto che sia un rapporto tra i coefficienti a e b dell'equazione generale ($m = -a/b$), oppure agire sui set-up della macchina, imponendo una trasformazione sull'asse y diversa da quella sull'asse x e osservando le variazioni negli effetti, per poi arrivare all'astrazione del concetto. La conclusione del percorso sarebbe identica, ma il percorso attraverso il mediatore enattivo consentirebbe di apprendere il concetto a un livello più elementare e allo stesso tempo consentirebbe di disporre immediatamente di una conoscenza applicata del concetto.

Per analogia, un esempio classico dell'uso del mediatore iconico è quello dello sviluppo del polinomio $(a+b)^2$. Si può acquisire in astratto che corrisponde ad a^2+b^2+2ab , ma è possibile mostrare attraverso figure che un quadrato di lato $a+b$ possa essere scomposto in due quadrati uno di lato a e uno di lato b e due rettangoli di lato $a-b$.

Nell'uso di una macchina analogica regolabile vengono applicate conoscenze procedurali (Jonassen, 2000) nell'esecuzione del lavoro e il controllo degli effetti implica una ricostruzione della catena logica dei meccanismi e quindi una conoscenza strutturale del problema e delle relazioni matematiche che ne regolano il funzionamento.

Quindi, l'introduzione di un simile strumento in chiave didattica, può essere funzionale non solo allo sviluppo di capacità manuali o di osservazione legate ad aspetti grafici, ma anche a porsi come introduzione per alcuni concetti matematici più astratti, rivolta a studenti di età minore rispetto all'età a cui viene normalmente introdotta.

Il pantografo stesso è stato inoltre studiato in letteratura come strumento funzionale alla didattica della matematica (Schöneburg-Lehnert, 2018).

La mediazione didattica infatti interviene nell'oggetto della conoscenza, elaborando una Trasposizione Didattica (Martini, 2000), trasformando delle funzioni matematiche in una macchina esplorabile, e sul soggetto, proponendo mediatori didattici enattivi al posto di quelli simbolici.

Tale approccio si muove nel solco dell'integrazione delle discipline artistiche (e manuali) con le discipline STEM, nell'ambito dell'insegnamento integrato della *STEAM education* (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) (Perignat, 2019). Anche se l'efficacia di questa mediazione andrebbe verificata sperimentalmente, la competenza manuale può essere una chiave per l'introduzione delle competenze legate al problem solving, all'innovazione e al ragionamento spaziale comuni nel percorso artistico e di design e potenzialmente funzionali all'insegnamento delle STEM.

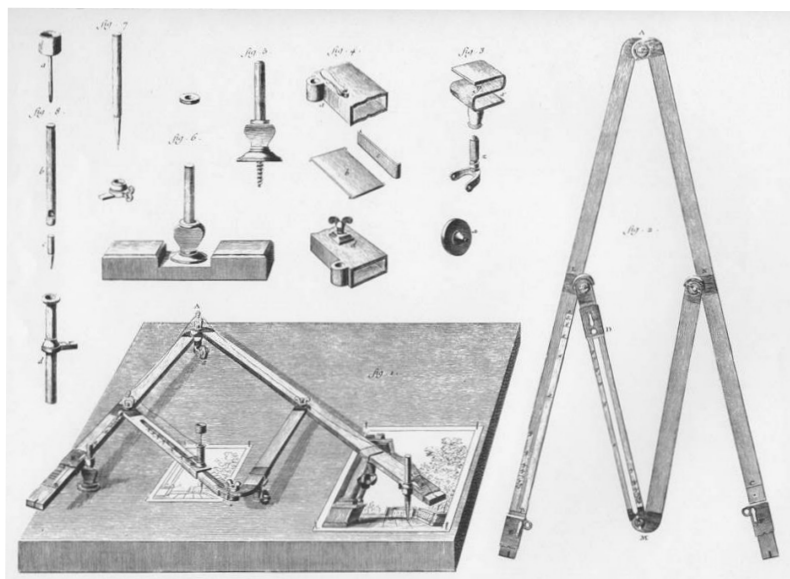
Nell'ambito della didattica del design, la competenza artigianale è proposta come un modo per sviluppare una forte connessione tra le scienze naturali e gli aspetti progettuali e inventivi del design e delle discipline artistiche. Questo va in contrapposizione a una prospettiva che propone un'interfaccia basata sul principio di progettazione WYSIWYG (*What You See Is What You Get*), comune nei programmi di editing efficienti per far lavorare gli utenti/progettisti velocemente, ma che impongono all'utente/progettista modelli e procedure preconfezionate che possono inibirne le attitudini inventive (Arista e al., 2016) e che riducono la possibilità di trovare risposte a esigenze inconsuete (Jackson, Voß, 2001).

L'adozione di software di editing nella formazione implica una mancanza di correlazione tangibile tra l'input e la sua restituzione materiale, minando la comprensione del rapporto causa-effetto implicita del processo. Questo limita le possibilità di intervento a quanto già previsto dal software e quindi intrinsecamente non innovativa.

In ultimo, l'uso di dispositivi meccanici rende visibili e fisicamente tangibili (anche solo per mere questioni di scala), a differenza di quelli elettronici, tutti i passaggi logici nel funzionamento di processo eseguibili attraverso una macchina.

Il pantografo parametrico

Il pantografo classico è uno strumento meccanico per disegnare e tracciare una figura in scala differente dalla matrice di origine, seguendone il contorno. Storicamente i pantografi da incisione (per caratteri in legno o punzoni metallici) venivano usati per intagliare caratteri o punzoni per la stampa tipografica (MacMillan, 2018).



01

Il pantografo classico funziona creando una correlazione fra la posizione di un punto in un dato istante e una copia vettore-angolo di un sistema polare, dove l'incisione viene ricopiata a partire dalla matrice [fig. 01].

Sebbene l'architettura costruttiva del pantografo classico sia riferita a un sistema polare, una figura geometrica viene definita in un sistema cartesiano da altezza e larghezza lungo gli assi x e y . Pertanto, l'architettura polare non è adatta a sviluppare un pantografo parametrico che possa avere un utilizzo intuitivo.

Sebbene esistano delle equazioni di conversione, l'utilizzo di un pantografo classico polare presenta il problema dell'impossibilità di convertire analogicamente delle coordinate dal sistema polare a quello cartesiano (Sanini, 1990). Per questi motivi non è possibile utilizzare un pantografo classico polare per applicazioni di tipografia parametrica analogica ed è quindi stato necessario progettare e costruire un pantografo cartesiano specifico per la parametrizzazione delle variabili tipografiche.

Il pantografo parametrico cartesiano proposto permette di operare sul piano xy ottenendo una scala differenziata lungo i due assi. La possibilità di avere due assi indipendenti è fondamentale, in quanto permette di disporre di un ampio insieme di variabili costruite su un sistema di coordinate. Lo spessore delle aste, ad esempio, è una variabile che riguarda la traslazione di coppie di coordinate cartesiane;

01
Pantografo
tradizionale
da disegno in
un'illustrazione
per l'enciclopedia
di Diderot

quando si varia lo spessore di una lettera occorre allargare lo scheletro e contemporaneamente ispessire le aste e i filetti secondo due direzioni, verticale e orizzontale separatamente. È possibile quindi imporre dei punti di passaggio e una trasformazione costante.

Il pantografo cartesiano permette inoltre di mantenere l'angolo della trasformazione a un'inclinazione costante e generare una variazione di inclinazione dei tratti coerente e di conseguenza generare una versione "slanted" delle lettere [fig. 02].

Usando un pantografo cartesiano per applicazioni tipografiche si può controllare la variazione delle coordinate del mandrino a partire dalle coordinate di base dell'inseguitore. Questa caratteristica fa sì che la macchina si possa definire parametrica nel controllo della larghezza, dell'altezza e di altre variabili di un carattere tipografico (definite in altra sede; Perondi, Arista, 2022), controllandole esclusivamente dal set-up della macchina.

Un altro vantaggio fondamentale nell'utilizzare un sistema cartesiano è la possibilità di controllare l'angolo della sagoma tracciante (il pennino a punta tronca in calligra-



02

02
Trasformazione
non lineare
applicata
all'inclinazione
della lettera
per disegnare
uno slanted

fia) mantenendo il suo valore costante lungo tutto il percorso definito dalla matrice, come se fosse eseguito da un calligrafo.

Questo permette di controllare altre variabili, quali ad esempio il valore del contrasto del carattere. In un sistema come quello utilizzato dal pantografo classico polare, l'asse, variando il proprio angolo al variare dell'arco descritto da inseguitore e mandrino, farebbe variare il contrasto del carattere in ogni punto della lettera.

Da questi esempi è evidente che agire all'interno di un sistema cartesiano è l'unica scelta che permette di controllare i dati da manipolare all'interno di uno spazio fisico.

Macchine analogiche, come i pantografi da incisione, possono essere usate per costruire caratteri tipografici a partire dalla creazione di un modello del carattere tipografico (matrice), che viene poi utilizzato per guidare il movimento dello stilo del pantografo (scrivente), per intagliare una versione ridotta o ingrandita a partire dalla matrice generatrice.

Un pantografo tipografico parametrico è quindi una macchina che combina principi analogici e parametrici nella costruzione di caratteri tipografici in legno.

Tale sistema si potrebbe applicare, oltre che ai caratteri, alla realizzazione di intarsi in legno e altre attività affini che prevedono la riproduzione e la trasformazione di modelli. In una macchina analogica le informazioni sono elaborate come segnali continui, piuttosto che come bit digitali. La natura continua di questo pantografo cartesiano consente transizioni più fluide, senza limiti di risoluzione. Il sistema è interamente meccanico, con la possibilità rendere il pantografo completamente indipendente dall'energia elettrica sostituendo l'elemento tracciante con un pennello, un calamo oppure una o più lame.

La regolazione analogica consente sia una replica omotetica secondo una deformazione lineare del carattere tipografico, sia la possibilità di regolare la dimensione o la proporzione del carattere tipografico, secondo una trasformazione non lineare [fig. 03] [fig. 04].

03
Il carattere è deformabile sull'asse della x sia per l'espansione (rapporto tra larghezza e altezza), sia per la forza d'asta (spessore dei tratti)

04
Il carattere si può realizzare sia in incavo, sia in rilievo, in questo caso sono introdotte variazioni di spessore di tratti e filetti



03



04



Ad esempio, applicando tre volte una traslazione di 15 gradi sugli assi x e y , di lunghezza determinata, è possibile ottenere una forma simile a quella che si può ottenere con un pennino a punta quadra (lettera di sinistra, fig. 05). Tale procedimento genera anche la tradizionale goccia quadrata tipica dei caratteri umanistici, facilmente riproducibile anche con la tecnica della doppia matita (Zennaro, 1996) [fig. 05].

Elaborando uno scheletro base di stampo più moderno, è possibile ottenere variazioni di spessore tra tratto e filletti con una distorsione sull'asse delle x , sempre con tre passaggi o tracciando solo i due tratti destro e sinistro e rifinendo a mano con la fresa la parte centrale.

La goccia si ottiene facendo una terminazione a ricciolo, rifinita anch'essa a mano per eliminare la parte centrale.

È possibile inoltre, controllando l'asse z (la profondità dell'incisione), effettuare variazioni di spessore usando una punta di fresa conica [fig. 06]. In tal modo è possibile riprodurre l'effetto di espansione del tratto menzionato da Noordzij (Noordzij, 2020).

“Scheletri” e sagome traccianti

A fondamento di questa ricerca abbiamo posto il modello di descrizione delle forme usato da Noordzij ne “Il tratto” (Noordzij, 2020) e in parte quello utilizzato da Knuth per Metafont (1979) e utilizzato tra il 2007 e il 2017 da Giovanni Lussu, Michele Patané, Luciano Perondi, con il supporto di Giorgio Caviglia e Paolo Mazzetti (Arista e al., 2016) in chiave didattica.

Tali modelli si basano sull'idea che le lettere siano descrivibili a partire da uno “scheletro”, che costituisce l'ossatura delle lettere e da una sagoma tracciante che ne definisce i contorni [fig. 07].

Il pantografo progettato può produrre segni modulati variando la dimensione e la forma della sagoma tracciante. Abbiamo sperimentato anche la possibilità di costruire lo scheletro attraverso la definizione di punti di passaggio

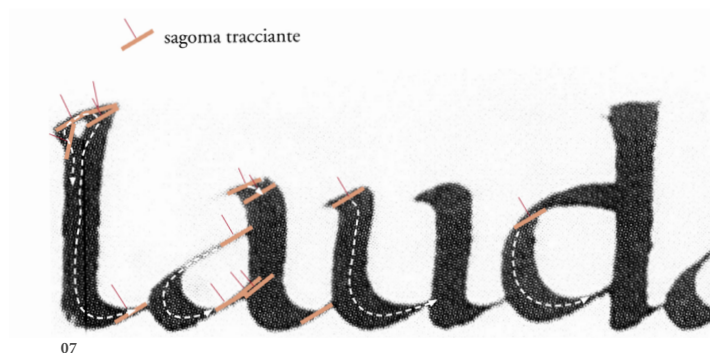


Esempi di lettera incise con una punta conica, modificando la profondità della fresa sull'asse z

vincolanti, in modo analogo a come avviene nella definizione delle curve nel sistema Ikarus (Southall, 2005) [fig. 08].

La forma dell'incisione in rilievo ha portato a forme più libere nella struttura (Noordzij, 2020), quali ad esempio quelle di Bodoni o ai caratteri in legno ottocenteschi, difficilmente riconducibili a forme calligrafiche, ma sempre basate sul concetto di tratto e di regolarità. Allo stesso modo la descrizione delle forme elaborata da strumenti di editing digitale lavora sul concetto di sagoma, delegando al progettista il mantenimento della coerenza dei tratti, per cui i software di uso maggioritario tra i typeface designer per disegnare caratteri tipografici, quali Fontlab, Glyphs o Robofont e in precedenza FontStudio e Fontographer sono in primo luogo editor di curve (Perondi, 2016).

Al contrario, l'idea di manipolare parametricamente la sagoma tracciante per ottenere forme diverse consente di sviluppare disegni in forma assistita dalla macchina (Marini, 2010) che opera sulla base di principi espressi attraverso meccanismi. Partendo da un tracciato, attra-



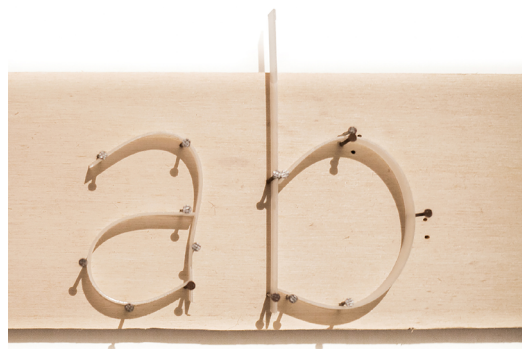
Esempio di sagoma tracciante su minuscola carolina (Salterio di Ramsey, BL Harley MS 2904, f.144 r.)

verso la regolazione di parametri che definiscono la forma dei tratti, si possono ottenere segni intrinsecamente coerenti. Tale approccio consente di concentrare la progettazione sugli elementi che costituiscono le variabili di forma dei caratteri. Infatti gran parte dell'elaborazione di un disegno con strumenti tradizionali consiste nel cercare di produrre coerenza tra disegni diversi. Molti strumenti assistivi al disegno, come i plug-in di Glyphs, Fontlab e Robofont, vanno proprio in questa direzione, ovvero quella di fornire strumenti per assistere il progettista fornendogli informazioni sul proprio disegno. Un esempio è quello del plugin Speed Punk di Yanone che permette di visualizzare la continuità delle curve nei nodi attraverso un'interfaccia grafica [fig. 09].

Questa modalità potrebbe quindi portare a sviluppare insieme di forme meno esplorate di quelle che si ottengono con modalità di disegno più convenzionale, introducendo nuovi elementi legati al funzionamento stesso della macchina in uso.

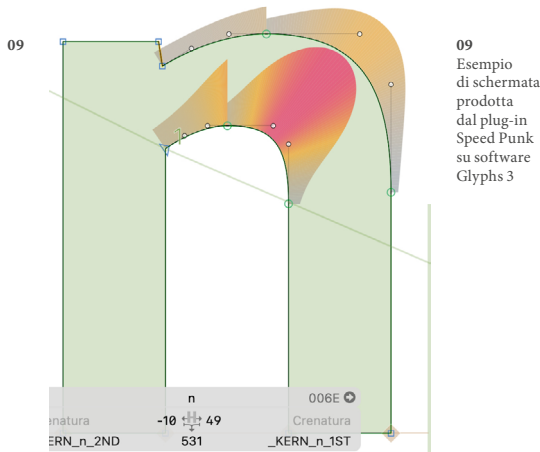
Conclusioni

Il presente saggio è da considerarsi un documento di posizione, in cui formuliamo un'ipotesi e ne discutiamo le possibili applicazioni. Pur disponendo della macchina funzionante, non è ancora stato possibile effettuare test con soggetti esterni, tuttavia il modello è utilizzato per ricerca personale, della quale sono mostrati gli esempi in questo articolo. Trattandosi di un oggetto meccanico, la fase di verifica degli standard di sicurezza per uso su un pubblico di bambini e la fase di ricerca del setup specifico per applicazioni didattiche e tipografiche culminerà con dei test specifici in ambiente controllato e sicuro. La cosa che riteniamo importante è aprire un dibattito sull'introduzione di strumenti legati al design e al suo processo di ricerca pratica e manuale all'interno della didattica.



08

08
Esempio
di "scheletro"
elaborato
attraverso la
determinazione
dei punti
di passaggio



Disclaimer

Causa pendenza di brevetto industriale, non è stato possibile pubblicare in questo documento nessuna immagine del pantografo parametrico cartesiano, nella sua interezza o in parte. Tuttavia è stato possibile riprodurre le immagini relative al processo di intaglio prodotto dal suddetto pantografo.

REFERENCES

- Knuth Donald Ervin, "Mathematical typography", *Bulletin of the American Mathematical Society* n. 1(2), **1979**, pp. 337-372.
- Noordzij Gerrit, *The Stroke of the Pen. Fundamental Aspects of Western Writing*, **1982** (tr. it. *Il tratto: teoria della scrittura*, Milano, Lazy dog, 2020, pp. 80).
- Bruner Jerome Seymour, *In search of mind: essay in autobiography*, **1983** (tr. it. *Alla ricerca della mente*, Roma, Armando, 1987, pp. 304).
- Sanini Aristide, *Elementi di geometria*, Torino, Levrotto & Bella, **1997**, pp. 416.
- Zennaro Mauro, *Calligrafia: fondamenti e procedure*, Viterbo, Stampa Alternativa & Graffiti, **1997**, pp.176.
- Jonassen David H., *Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking*, Hoboken, NJ, Prentice Hall, **2000**, pp. 297.
- Martini Berta, *Didattiche Disciplinari*, Bologna, Pitagora, **2000**, pp. 176.
- Jackson Laura Elizabeth, Herbert Voß, "LYX—An Open Source Document Processor", *TUGboat* n. 22(1/2), **2001**, pp. 32-41.
- Southall Richard, *Printer's Type in the Twentieth Century: Manufacturing and Design Methods*, New Castle, DE, Oak Knoll Press, **2005**, pp. 238.

Pöllänen Sinikka, "Contextualising craft: Pedagogical models for craft education", *International Journal of Art & Design Education*, n. 28(3), **2009**, pp. 249-260.

Marini Igino, Matematica e tipografia, *Progetto Grafico*, n. 20, **2010**, pp. 17-19.

Shapiro Lawrence, *Embodied cognition*, Routledge, **2010**, pp. 304.

Rossi Pier Giuseppe, *Didattica enattiva. Complessità, teorie dell'azione, professionalità docente*, Milano, FrancoAngeli, **2011**, pp. 156.

Hoover J. Duane, Giambatista Robert C., Belkin Liuba Y., "Eyes on, hands on: Vicarious observational learning as an enhancement of direct experience", *Academy of Management Learning & Education* n. 11(4), **2012**, pp. 591-608.

Olafsson Brynjar, Thorsteinsson Gisli, *The Intelligence of the Hands: Studying the Origin of Pedagogical Craft Education*, *Journal on Educational Psychology* n. 5(3), **2012**, pp. 1-8.

Perondi Luciano, "'Digital type' by Robin Kinross", *AI&S/Design, Storia e Ricerche* n. 8, **2016**.

Arista Roberto, D'Ellena Alessio, Perondi Luciano, "Tipografia parametrica come metodo didattico: uno sguardo sulle modalità di lavoro", *Progetto Grafico* n. 30, **2016**.

MacMillan David M., *A Chronology of Typographical Pantographs*, **2018**. <https://circuitousroot.com/artifice/letters/pantocut/pantochron.pdf> [2 giugno 2023] <https://circuitousroot.com/artifice/letters/pantocut/pantochron-plates.pdf> [2 giugno 2023]

Schöneburg-Lehnert Silvia, "The Pantograph: A historical drawing device for math teaching", in *Mathematics, Education and History: Towards a Harmonious Partnership*, pp. 323-340, in ICME-13 Monographs, New York, Springer International Publishing, **2018**, pp. 387.

Perignat Elaine, Katz-Buonincontro Jen, "STEAM in practice and research: An integrative literature review", *Thinking skills and creativity* n. 31, **2019**, pp. 31-43.

Shapiro Lawrence, Stolz Steven A., "Embodied cognition and its significance for education", *Theory and Research in Education* n. 17(1), **2019**, pp. 19-39.

Perondi Luciano, Arista Roberto, "Notes on Morphology of Type-faces", *Disegno* n. 11, **2022**, pp. 177-188.

Zago Giuseppe, Le premesse storiche della Riforma Gentile, *Nuova Secondaria* n. 3, **2022**, pp. 10-13.

Zago Giuseppe, "Cento anni fa la Riforma Gentile", *Nuova Secondaria* n. 4, **2022**, pp. 11-15.