

Tipografia parametrica e *Developmental Dyslexia*

Luciano Perondi Isia Urbino luciano.perondi@isiaurbino.net

Walter Gerbino Università di Trieste gerbino@units.it

Beppe Chia Isia Urbino, Chialab giuseppe.chia@isiaurbino.net

Roberto Arista Isia Urbino roberto.arista@isiaurbino.net

Giovanni Pignoni Isia Urbino pignoni.g@gmail.com

Giammarco Gaudenzi Isia Urbino giammarcogaudenzi@gmail.com

Può una specifica font portare beneficio ai lettori con diagnosi di DD? Quali variabili visive dei caratteri possono facilitare la lettura nei lettori con diagnosi di DD?

È stato sviluppato un sistema parametrico che permette di generare una varietà di caratteri. Le variabili parametrizzate permettono di cambiare l'aspetto del carattere senza cambiarne le proporzioni e le dimensioni principali. Questo consente di isolare le variabili e rendere più accurata la valutazione. A seguito degli esperimenti non sono emersi dati oggettivi e chiari che spingano verso l'adozione di una particolare font per il miglioramento della lettura. La font preferita a colpo d'occhio non sembra produrre una prestazione oggettivamente migliore nella lettura.

Typeface design, Tipografia parametrica, Performance di lettura, DSA

Is a font designed for the purpose of helping people with a diagnosis of DD actually beneficial? Which are the visual variables that may facilitate reading in readers with diagnosis of DD?

We designed a parametric software that allows to generate a huge variety of fonts. The parametric variables allow to change the appearance of the font without changing the proportions and the main metric dimensions. This allows to isolate the variables and to make the assessment more accurate. The experiments we conducted did not give any evident and objective result that drive to the adoption of a specific font or variable in order to improve significantly the reading performance. The font which is preferred at a glance does not seem to improve objectively the reading performance.

Typeface design, Parametric typography, Legibility assessment, Learning disabilities

L. Perondi Orcid id 0000-0002-7198-4030

W. Gerbino Orcid id 0000-0002-4010-4694

R. Arista Orcid id 0000-0002-8582-1072

G. Pignoni Orcid id 0000-0003-0730-371X

G. Gaudenzi Orcid id 0000-0001-5296-0693

La ricerca è partita dalla necessità di comprendere quali aspetti della tipografia fossero rilevanti per migliorare la lettura di uno studente con DSA.

Chialab ha promosso e gestito il progetto per conto e con il sostegno di Zanichelli Editore, individuando gli enti da coinvolgere e coordinando le attività. Sono stati coinvolti Isia (Istituto Superiore Industrie Artistiche) di Urbino per gli aspetti tipografici e il Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Trieste, l'IRCCS Burlo Garofalo, e l'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del CNR per i test e l'analisi dei risultati.

La ricerca, aperta negli esiti e pubblica nei risultati, si presenta come propedeutica a successivi interventi progettuali a favore dei lettori con DSA. In gioco non c'era la valutazione dell'esito di un progetto esistente, ma il sostegno allo sviluppo della ricerca sul tema per individuare l'area più efficace di intervento: gli aspetti legati al carattere (ad esempio presenza o assenza di grazie), quelli microtipografici indipendenti dal carattere (entità spaziatura, interlinea), quelli macrotipografici (organizzazione del testo sulla pagina).

Developmental Dyslexia (DD)

Il termine "dislessia" è molto usato, non solo nella letteratura specifica sul presente argomento. Quasi sempre il termine si riferisce alla "dislessia evolutiva" (developmental dyslexia, DD), definibile come un disturbo specifico dell'apprendimento del linguaggio scritto attribuibile a un anomalo sviluppo di una o più funzioni neuropsicologiche coinvolte nei processi di lettura. L'utilizzo diffuso di tale etichetta (sostanzialmente riconducibile alle categorie utilizzate nei sistemi di classificazione delle patologie quali il DSM-5 e l'ICD-10) non è universalmente condiviso, come testimonia il saggio di Elliott e Grigorenko (2014). Il saggio fa riferimento a un possibile "mito diagnostico", cui potrebbe essere contrapposta l'idea che le abilità di lettura si distribuiscono normalmente nella popolazione, dando luogo a una coda di cattivi lettori (per altro, unanimemente riconosciuta come assai eterogenea) impropriamente qualificabili come portatori di un disturbo specifico. Al di là della controversia sul significato delle difficoltà incontrate nell'apprendimento della lettura (Ramus, 2014), è ben più rilevante il sostanziale consenso sulla necessità che la valutazione delle abilità/difficoltà di lettura incontrate da una data persona sia focalizzata sulla strategia di intervento. In tale ottica, sono preziosi anche i contributi – parziali ma significativi – potenzialmente offerti da un attento controllo delle variabili tipografiche.

Questioni emergenti

Il lavoro prende le mosse da una serie di constatazioni emergenti nella comunità scientifica, sia tra chi opera per migliorare i supporti per la lettura sia tra chi studia i processi cognitivi sottostanti tale prestazione.

In sintesi le questioni emerse sono:

1. vanno valutati i vantaggi dell'ottimizzazione dell'aspetto macrotipografico rispetto a quello microtipografico o del carattere tipografico;
2. va valutato se l'opinione del lettore sulla "leggibilità" di un testo è un valido predittore della prestazione nella lettura; un numero rilevante di "caratteri per dislessici" (Read Regular – ora Zwijsen Dyslexiefont – di Natasha Frensch, Dyslexie font di Christian Boer, Open Dyslexic di Abelardo Gonzalez, Easy Reading di Federico Alfonsetti, Biancoenero di Riccardo Lorusso, Grover di Sally Castle) si basa sull'assunto che la preferenza soggettiva di un lettore con diagnosi di DSA, in almeno tre casi l'autore stesso del disegno, coincida con l'effettiva "leggibilità" di un carattere;
3. non esiste una soluzione generalizzabile al problema "dislessia"; l'approccio migliore è la soluzione individuale, considerando comunque fattori come il crowding (Spinelli, 2002; Martelli et al., 2009; Chicherov et al., 2014; Manassi et al., 2013; Sayim, 2013) che, alla luce delle ricerche, sembrerebbero avere effetti negativi generalizzabili;
4. in letteratura si osserva poca (Zorzi et al., 2012; Marinus, 2016; Perea et al., 2012; O'Brien et al., 2005) ricerca condotta isolando le variabili tipografiche che influenzano il processo di lettura (Lund, 1999; Legge & Bigelow, 2011), in particolare per quanto riguarda i DSA; alcune ricerche (Bachman, 2013; Leeuw, 2010; Marinus, 2016) riportano confronti tra testi differenti, non solo come carattere, ma anche per aspetti tipografici indipendenti dal carattere (dimensioni e interlinea), rendendo impossibile l'isolamento della variabile responsabile dell'eventuale miglioramento nella lettura;
5. anche se sulla questione esiste un ampio dibattito (Lund, 1999) sin dal Settecento (Kinross, 2005) manca in letteratura una definizione univoca di cosa sia la leggibilità (Unger, 2006); quello che può essere valutato è una *performance di lettura in un contesto specifico*;
6. tutti i caratteri presi in esame sono frutto di un processo a priori: si parte da un assunto su cui si basa il disegno di un carattere (ad esempio "lettere asimmetriche") ed eventualmente si verifica alla fine del processo di realizzazione se il carattere è "migliore" di un carattere di riferimento, ma in questo modo la differenza in-

- siste su più variabili, pertanto è impossibile dire quale variabile influenza e in che misura la performance;
7. si sono analizzati i caratteri, ponendo in evidenza, con prove appositamente congegnate, la distinzione tra preferenze espresse a colpo d'occhio, lettura ad alta voce, competenza lessicale, suscettibilità al *crowding*.

La dimensione del carattere

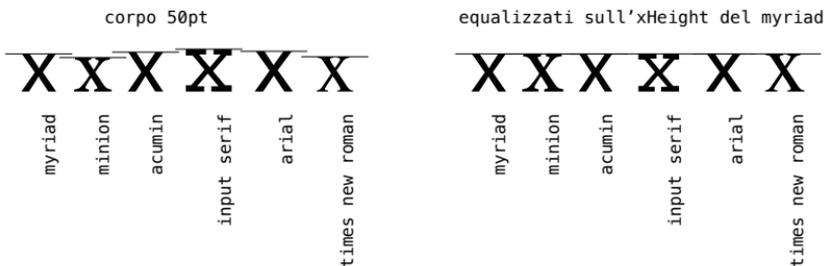
Un particolare fattore di distorsione è la misura della dimensione del carattere: tenendo conto che è stata identificata una dimensione critica in cui i lettori raggiungono la massima velocità di lettura e che questa dimensione critica è superiore nelle persone con diagnosi di DD (O'Brien et al., 2005; Legge et al., 2007), in particolare per i bambini questo valore è superiore di circa il 32%.

In alcune ricerche menzionate in questo articolo i caratteri vengono comparati a parità di corpo senza tenere conto delle differenze in termini di altezza della x (Marinus, 2016; Bachmann, 2013; de Leeuw, 2010) e quindi con dimensioni diverse [fig. 01].

Il corpo è retaggio di una modalità di produzione in cui il carattere è costituito da un blocco solido indeformabile da cui protrude la sagoma della lettera. Quindi il corpo ha una ineludibile dimensione fisica che determina lo spazio occupato da un carattere.

Per i caratteri digitali il corpo è l'area di riferimento sulla cui base viene riscalfato il glifo per adattarsi alle varie dimensioni: il corpo non ha più nessun effetto pratico sullo spazio occupato da un carattere, tanto che i caratteri si possono sovrapporre. Quindi il corpo non è un valido indicatore delle dimensioni di un carattere.

La dimensione del carattere è materia anche di normativa, come si evince dalle regolamentazioni europee in materia di packaging alimentare (regolamento UE N. 1169/2011 e successive modifiche) e medica (direttiva 2001/83/EC e successive modifiche). È ormai prassi comune usare l'altezza della x invece del corpo come riferimento per la



misura, si assume quindi che essa sia il fattore principale che determina la dimensione apparente del carattere. Per il nostro esperimento, essendo molto ridotte le variazioni tra un carattere e l'altro e non variando la lingua nei test (Unger, 2006), riteniamo che l'altezza della x possa ritenersi una sufficiente approssimazione delle dimensioni apparenti di un carattere.

Elaborazione caratteri per l'esperimento

Il team dell'ISIA di Urbino ha sviluppato un software che permette di generare una varietà di caratteri a partire da variabili quantitative. Il riferimento è stato il Times New Roman (TNR) di Microsoft, ampiamente usato in letteratura (Bachmann, 2013; Rello et al., 2013; Zorzi et al., 2012). In questo modo si poteva disporre di risultati sperimentali confrontabili con quelli prodotti dalla nostra ricerca.

Sono state quindi usate le dimensioni del TNR, cercando di mantenerne il più possibile disegno e proporzioni, anche se, per automatizzare il processo e isolare le variabili, si sono rese necessarie alcune modifiche (ad esempio le grazie non raccordate).

Il software è stato sviluppato in modo da isolare la manipolazione di una variabile quantitativa alla volta, mantenendo – per quanto possibile – le altre variabili costanti. Tra le variabili in esame si sono inserite alcune di quelle che nei progetti citati vengono considerate assunti per una progettazione “dyslexic friendly”.

In particolare:

- asimmetria delle lettere, per ridurre la presunta tendenza a specchiare le lettere pbdq nei lettori con diagnosi di DD (Fisher, Liberman, & Shankweiler, 1978; Marinus, 2016);
- assenza delle grazie (spesso è contraddittorio: per rendere le lettere meno simmetriche talvolta vengono aggiunte proprio delle grazie);
- la presenza di ascendenti e discendenti più o meno pronunciate;
- accorgimenti per aumentare la dimensione apparente di un carattere, desunti dalla pratica tipografica.

Non si è indagato il “tutto maiuscolo” in quanto presenta difficoltà di comparazione dimensionale con il minuscolo e comporta problemi per i lettori senza diagnosi di DD (Arditi & Cho, 2007).

1. Variabili tipografiche individuate, comprese quelle escluse nella seconda fase

Per una descrizione completa delle variabili, vedere al seguente link: <https://goo.gl/vVooNt>

- a. Monolinearità
- b. Asimmetria del grado monolinearità. Per quanto insolita nel mondo della tipografia, questa variabile è utilizzata in almeno due caratteri “per dislessici”. Essa è stata oggetto di esperimenti (Leeuw, 2010), risponde a uno degli assunti tipici della progettazione di caratteri per dislessici (l’asimmetria delle lettere) e interessava valutare l’effetto di questa variabile isolata dalle altre.
- c. Apertura
- d. Disallineamento
- e. Altezza maiuscole
- f. Altezza ascendenti e discendenti
- g. Rapporto di espansione n-o (nor)
- h. Rapporto di espansione R-O (ROr)
- i. Squadratura
- j. Peso
- k. Espansione
- l. Tipologia innesto
- m. Profondità innesti
- n. Grazie e speroni
- o. Monolinearità delle grazie
- p. Lettere “dyslexic friendly. Dall’analisi dei caratteri “per dislessici” abbiamo individuato una serie di variazioni su alcuni glifi, in genere volte a differenziare glifi simili o simmetrici. In particolare i gruppi: l I L , p b q d (Fisher, Liberman & Shankweiler, 1978), o e. Tali glifi sono declinabili secondo tutte le variabili prese in esame. Tale variabile non è in genere prevista nel disegno dei caratteri, ma era rilevante in quanto è basata su uno degli assunti più comuni.

2. Selezione delle variabili

Partendo dalle variabili elencate, sono state individuate 6 variabili da sottoporre ai test:

Monolinearità (che corrisponde a F1, F3, F4)

Lettere dyslexic (F1, F2)

Squadratura (F4, F5)

Serif (F1, F3, F4)

Ascendenti (F1, F6)

Asimmetria della monolinearità (F4, F7)

Le variabili hanno portato alla generazione di sette caratteri:

- F1 Contrastato Serif (simil TNR)
- F2 Dyslexic Friendly Serif
- F3 Monolineare Serif
- F4 Monolineare Non Squadrato Sans

- F5 Monolineare Squadrato Sans
- F6 Serif Ascendenti Lunghe
- F7 Asimmetrico Sans.

Il carattere di partenza ha valori vicini al TNR per tutte le variabili metriche: peso, monolinearità, squadratura, ascendenti e discendenti, espansione.

I caratteri sono preparati con una spaziatura con scostamenti entro il 5‰ del corpo rispetto a quella del TNR e in una versione con spaziatura ampliata per ogni glifo del 100‰ del corpo. La spaziatura è stata ridotta rispetto a Zorzi et al. (2012) – in cui erano aumentati del 250‰ tra le lettere e del 750‰ tra le parole – per minimizzare l'effetto "eccentricità" menzionato da Rosen & Pelli (2012). Ulteriori sviluppi potrebbero essere volti a individuare il limen critico tra spaziatura ed eccentricità per lettori con e senza diagnosi di DD.

Per ridurre il numero delle variabili nell'analisi sono stati esclusi il Rapporto n-o (che portava a caratteri poco distinguibili e avrebbe vanificato i risultati dell'esperimento 1) e l'Apertura, che avrebbe comportato un'interazione troppo forte tra più variabili, non permettendo di isolare la variabile in oggetto.

Tutte le variabili indipendenti escluse dall'esperimento sono state impostate sui valori metrici del TNR.

Il software di generazione dei caratteri

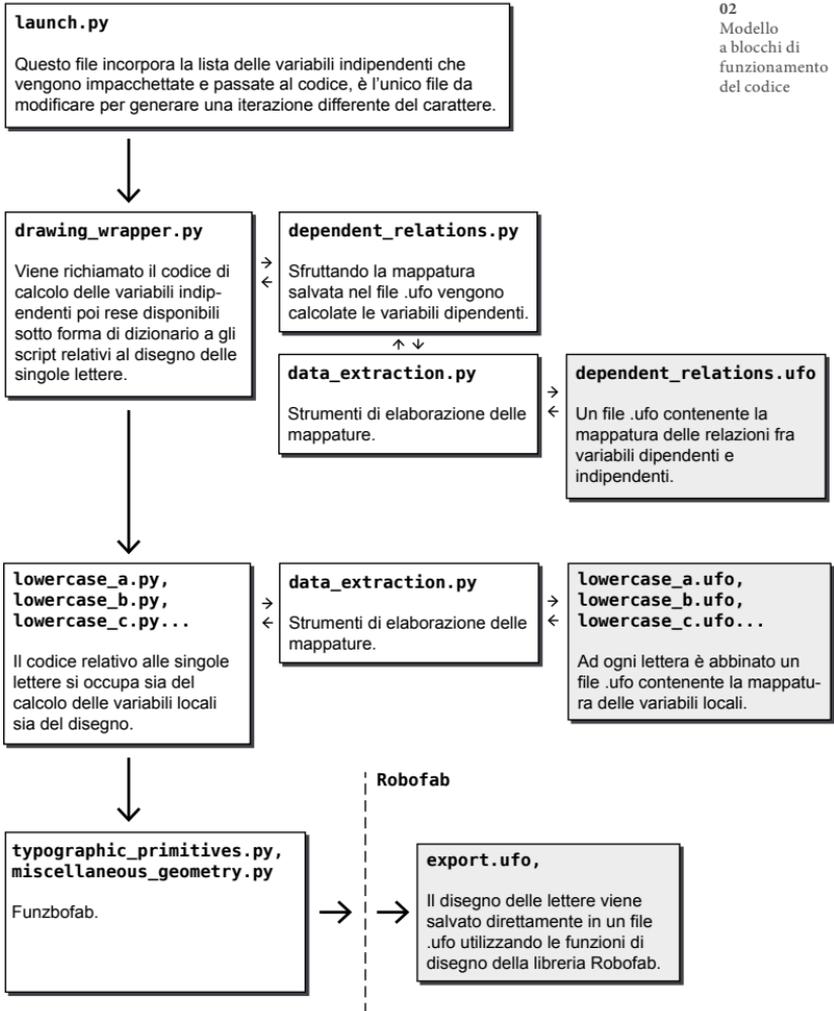
Il software è scritto in linguaggio Python e si appoggia sulla libreria di gestione dati font Robofab, sviluppata dal 2003 da E. van Blokland, T. Leming e J. van Rossum. Si è deciso di generare i caratteri con uno script invece di disegnarli: la struttura dello script permette una variazione indipendente di tutte le variabili considerate, entro un ragionevole spettro, in modo da poter produrre campioni di analisi validi.

La quantità di variabili prese in esame ci avrebbe costretto a disegnare diverse decine di caratteri differenti, pari a tutte le combinazioni di interesse ai fini della ricerca.

1. Il modello di funzionamento

Le componenti. Il codice è strutturato secondo un criterio di astrazione che mira raggruppare procedure che devono essere richiamate di frequente. Ciò permette di rendere la manutenzione del codice più sostenibile. I tre moduli richiamati più di frequente sono:

- `miscellaneous_geometry.py` funzioni di calcolo geometrico, offset, operazioni su matrici di punti, calcolo di intersezioni, manipolazione di forme geometriche;
- `typographic_primitives.py` procedure di disegno di fi-



02

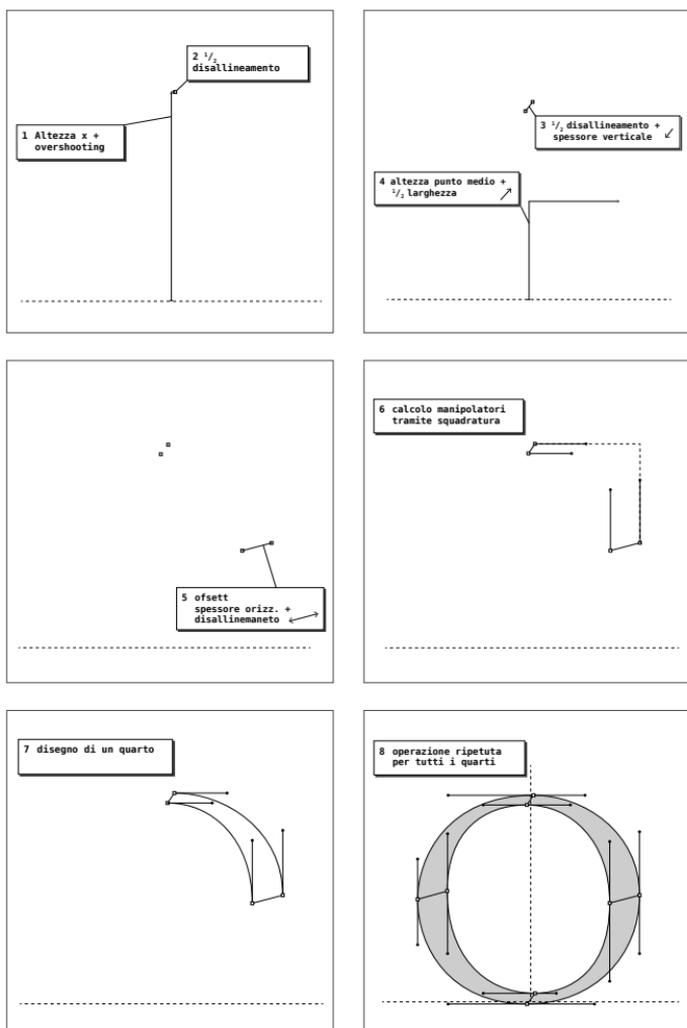
gure primitive rilevanti dal punto di vista tipografico: aste, punti, ciambelle, grazie;

- data_extraction.py funzioni di elaborazione delle variabili, interpolazione lineare o tramite curva di Bézier oltre a funzioni di lettura degli andamenti salvati sotto forma di file .ufo (Leming & al., 2012) [fig. 02].

Procedure di disegno. Le funzioni principali di disegno presenti nella libreria Robofab sono modellate sopra lo standard PostScript per il disegno vettoriale (Berlaen & Ferreira, 2015).

Per facilitare il disegno di forme complesse – che presentano dei manipolatori con orientamento non ortogonale – e per evitare di dover operare dei tagli booleani, si sono disegnati tutti i tratti curvi a partire da “quarti di ciambella”, primitive tipografiche definite da due curve cubiche alternate a due segmenti [fig. 03].

Variabili dipendenti e indipendenti. Si sono individuate le variabili dipendenti in relazione alle variabili tipografiche indipendenti scelte.



03 Fasi del disegno, dall'individuazione dei punti al disegno di un "quarto"

Ad esempio: dato un particolare valore nominale della Monolinearità, abbiamo ricavato i valori degli spessori di lettere meno simmetriche della 'o' per cui gli spessori effettivi dipendono dall'interazione delle forme. Si sono quindi individuati dei fattori di correzione che interagissero in maniera specifica su ogni variabile. La Monolinearità di una 'n' o di una 'a' viene espressa in funzione di fattori di distorsione locale e la stessa variabile Monolinearità Effettiva non corrisponde al valore nominale perché viene sottoposta a fattori di distorsione dipendenti da altre variabili, quali ad esempio il Grado di Espansione, il Rapporto n-o e il Peso.

Dato – ad esempio – il seguente set di variabili: *monolinearità* = 0.79, peso = 0.25 la Monolinearità Effettiva – in questo caso influenzata direttamente dal Peso – sarà di 0.73. Portando il peso a 0.32 e lasciando il valore nominale della Monolinearità invariato, la Monolinearità Effettiva sarà invece di 0.67.

In questo modo ogni variabile risulta influenzata in maniera ponderata dalle altre attraverso un sistema di correzioni descritto nel software. Tanto più i valori si discostano dai valori nominali, tanto più un carattere si discosta in termini dimensionali dal punto di partenza standard, che in questo caso corrisponde in termini metrici al TNR (entro una tolleranza massima del 5%).

Δ e fattori. I Δ (delta) e i Fattori sono le correzioni necessarie per ottenere un disegno corretto bilanciando l'interazione fra le variabili indipendenti, li abbiamo trattati come valori separati per gestire l'interazione di una singola variabile indipendente sulle variabili dipendenti. Abbiamo impropriamente chiamato Δ una variabile dipendente influenzata da una singola variabile indipendente che va a sommarsi algebricamente a una specifica variabile, mentre un Fattore è anch'esso una variabile dipendente, ma che va a moltiplicarsi. L'uso delle due tipologie di correzione dipende dalla variabile su cui insistono; si osserva una prevalenza dei Δ rispetto ai Fattori, perché tutte le variabili indipendenti, salvo la x-height, sono state ridotte a fattori.

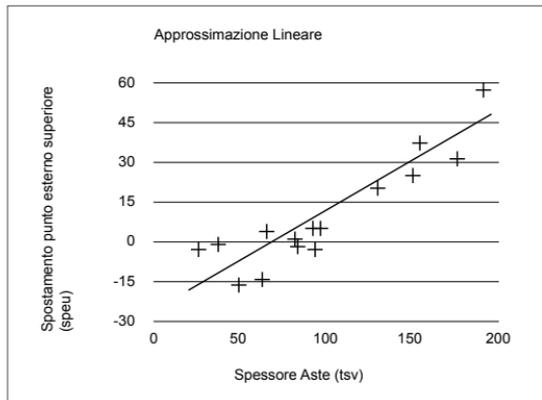
La correzione è calcolata dinamicamente a partire da una mappa creata tramite attente misurazioni, la mappa contiene l'andamento del rapporto fra i valori in entrata (variabili) e quelli in uscita (Δ o Fattori).

Nella fase iniziale di progettazione del software ci si è affidati ad una interpolazione lineare a due estremi per codificare i rapporti fra variabili. Si è osservato che questo sistema non è sufficientemente flessibile per rappresentare i rapporti più complessi [fig. 04] [fig. 05].

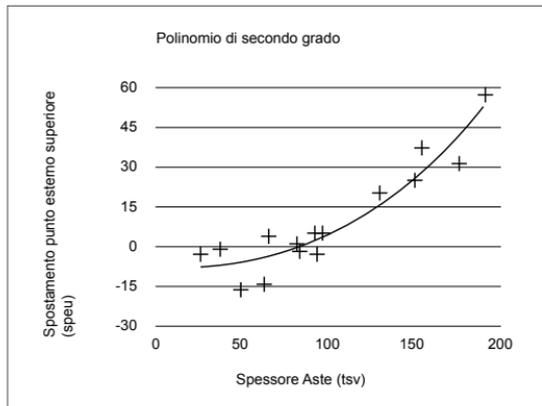
2. Descrizione di relazioni non lineari

Al fine di gestire agilmente delle relazioni non lineari fra grandezze, abbiamo creato dei file font in cui abbiamo archiviato in forma di glifo tali relazioni, sfruttando il sistema di riferimento cartesiano.

04



05

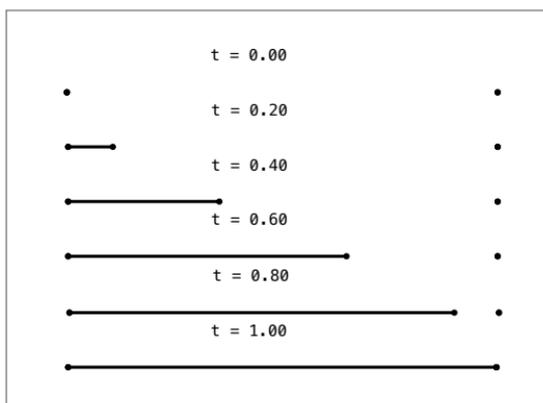


L'uso di curve di Bézier per definire gli andamenti soddisfa sia i requisiti matematici, permettendo la rappresentazione di curve complesse, sia di programmazione, e risulta un metodo efficiente di codifica delle relazioni. Inoltre il font editor (Robofont), consente di manipolare e visualizzare istantaneamente le modifiche apportate. Una combinazione lineare [fig. 06] ha formula: $P=P_0+(P_1-P_0)*t$; il parametro si muove da 0 a 1, permettendo di calcolare tutti i possibili valori di P compresi fra P_0 (ponendo $t=0$) e P_1 (ponendo $t=1$).

Una combinazione lineare a due punti permette di rappresentare parametricamente un segmento, usando quattro punti – due punti di ancoraggio con relativi manipolatori – è possibile invece rappresentare una curva con un ottimo livello di dettaglio. L'interfaccia di disegno Robo-font è limitata a curve cubiche, comunque adeguate per lo scopo ed eventualmente combinabili per rappresentare gli andamenti più complessi [fig. 07].

Per permettere multiple variabili in ingresso, ogni grafico può contenere più di una curva [fig. 08], ognuna di esse rappresentante il rapporto fra il Δ in uscita in condizioni estreme.

06

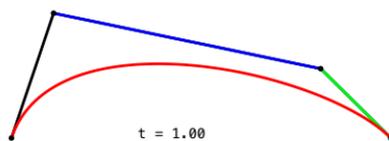
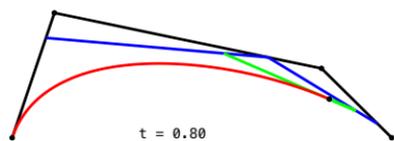
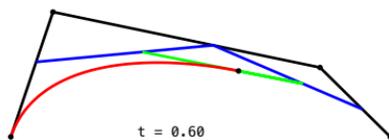
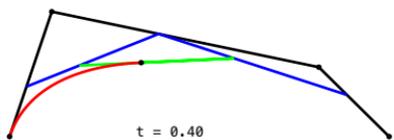
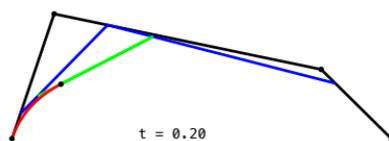
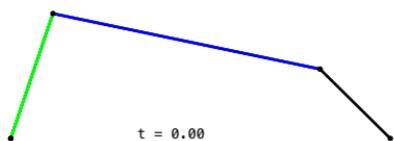


06

Disegno di un segmento in base al parametro "t"

07

Disegno di una curva di Bézier cubica in base al parametro "t"



07

Fase sperimentale

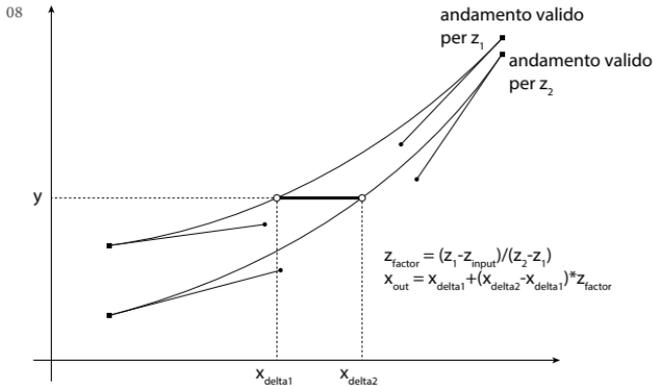
Durante la fase di elaborazione dello script il team di Trieste ha definito il disegno sperimentale e predisposto quanto necessario alla produzione dei materiali sperimentali e alla raccolta dati.

Cura particolare è stata posta nel produrre versioni dei materiali sperimentali che fossero equivalenti dal punto di vista psicolinguistico, in modo che le variabili tipografiche oggetto di indagine fossero isolate nel modo più efficace.

Terminata la fase di elaborazione dei prototipi, si è proceduto a comporre tipograficamente i materiali definitive per le varie prove, raccolti in Appendice 1.

Nel novembre 2014 il progetto ha ottenuto il parere favorevole del Comitato Etico dell'Università di Trieste, relativamente alla raccolta dati su studenti universitari e giovani adulti, con DD e normolettori. Analogo parere favorevole, riferito alla ricerca su ragazze/i di 11-14 anni, è stato ottenuto nel settembre 2015 dal Comitato Etico dell'IRCCS "Burlo Garofolo".

Al termine del primo anno della ricerca (fine 2015) erano stati raccolti dati relativi a preferenze soggettive e prestazioni oggettive di giovani adulti (in prevalenza studenti universitari), 31 normolettori e 8 con diagnosi di dislessia evolutiva (DD). Gli esiti di questa prima fase erano stati oggetto di una presentazione a un congresso (Barbiero et. al. 2015).



08

Rappresentazione grafica di una mappa a due variabili in ingresso. La curva n1 rappresenta il rapporto fra Disallineamento e il Δ di correzione della Monolinearità a Peso 0.179 e curva n2 rappresenta lo stesso rapporto a Peso 0.32. Lo script calcola il valore dei Δ

per ogni curva, per poi combinarli linearmente nel fascio di curve avente per estremi le due curve definite: il Peso di 0.25, a metà fra gli estremi associati alle curve, corrisponderebbe ad un parametro t=0.5 e produrrebbe una media fra i due valori di Δ

La raccolta dati è poi continuata, somministrando le stesse prove a un campione di 15 ragazze/i con diagnosi di DD, frequentanti la scuola secondaria di primo grado, nonché ad altri 6 giovani adulti con DD, portando la numerosità di questo campione a 14 unità.

Metodo

1. I tre campioni

I dati qui presentati si riferiscono a:

- 31 normolettori reclutati tra gli iscritti ai corsi di laurea dell'Università di Trieste, di età compresa tra 19 e 33 anni (età media 23.5 anni, 18 femmine);
- 14 partecipanti con diagnosi di DD, tutti con diploma di scuola secondaria di secondo grado, di cui 5 studenti universitari, di età compresa tra 17 e 25 anni (età media 20.0 anni, 8 femmine);
- 15 partecipanti con diagnosi di DD, di età compresa tra 11 e 14 anni (età media 12.5 anni, 7 femmine);
- I dati sono stati raccolti nel corso di sedute individuali, in cui fungeva da sperimentatrice la dott.ssa Chiara Barbiero (iscritta al dottorato in Neuroscienze e Scienze Cognitive dell'Università di Trieste, titolare di una borsa cofinanziata dall'IRCCS "Burlo Garofolo"), che aveva curato anche il reclutamento. Le sedute si sono tenute in luoghi diversi, ma sempre in una stanza confortevole e priva di disturbi, nella quale il partecipante svolgeva le prove in presenza della sola sperimentatrice. Sono state adottate le opportune misure a tutela della privacy e a garanzia dell'anonimato.

2. Obiettivo della ricerca

La ricerca si proponeva di:

- confrontare le font in base alla facilità di lettura percepita;
- valutare l'effetto della facilità percepita delle font su varie prestazioni connesse con la lettura.
- rilevare eventuali differenze fra i tre campioni di partecipanti.

3. Prove

Le prove (indicate con 1, 2, 3.1, 3.2) sono state somministrate a tutti i partecipanti nella stessa sequenza, nell'ambito di una sessione che durava non più di 40 minuti. Al termine venivano raccolte osservazioni e dati biografici di potenziale interesse. Obiettivo della prova 1 era l'identificazione, per il singolo partecipante, della "font migliore" (M) e della "font peggiore" (P), poi utilizzate per individualizzare le prove 2, 3.1, 3.2.

Prova 1 (ordinamento). A ciascun partecipante venivano presentate 7 versioni dello stesso brano. Ogni versione era stampata su foglio A4 verticale con una diversa font (Appendice 1). La sperimentatrice consegnava al partecipante un blocco di 7 fogli, il primo dei quali conteneva il brano stampato con la font F1 (simil TNR). Il partecipante doveva disporre in fila i 7 fogli sul tavolo, sulla base della “facilità di lettura, valutata a prima vista”, senza leggere il testo (o comunque senza leggerlo a voce alta). Veniva chiarito che il giudizio doveva basarsi su un’impressione soggettiva globale e che non esistevano risposte giuste/sbagliate. Il metodo dell’ordinamento (rank order method) riflette situazioni quotidiane in cui gli individui producono una graduatoria tra opzioni, non sempre utilizzando criteri omogenei. Il testo utilizzato per i giovani adulti (Appendice 1) era lungo 17 righe (187 parole); quello utilizzato per i ragazzi consisteva in una riduzione del precedente (prime 8 righe, corrispondenti a 69 parole).

Prova 2 (lettura). Il partecipante doveva leggere ad alta voce 4 brani composti dal concatenamento casuale di 12 brevi frasi, ciascuna dotata di senso. Ciascuno dei 4 brani letti da uno stesso partecipante derivava da un diverso sottoinsieme, composto da frasi di complessità equivalente. Tutti i brani contenevano 160 sillabe, per un numero di parole variabile da 87 a 89. Per uno stesso partecipante, nelle 4 condizioni del disegno within-subjects: Spaziatura (standard, aumentata) × Font (M, P) i brani erano sempre diversi. La sequenza delle 4 condizioni presentate a un dato partecipante derivava da un’estrazione casuale senza rimpiazzamento, fino a esaurimento delle 6 combinazioni di frasi prestampate (Appendice 2), da cui la sperimentatrice attingeva dopo che il partecipante aveva indicato, nella prova 1, le font M e P. Per ogni brano la sperimentatrice registrava il numero di parole errate e il tempo complessivo di lettura.

Prova 3.1 (decisione lessicale). Ciascun partecipante completava due test di decisione lessicale in versione cartacea positiva (“Barra le parole della lingua italiana”), uno con font M e uno con font P. Per ciascun test il materiale consisteva in un foglio A4 contenente 24 parole (12 ad alta e 12 a bassa frequenza) e 24 pseudoparole (ciascuna derivata da una parola mediante sostituzione di una o due lettere), stampate su tre colonne. Per ogni partecipante i 48 item presentati con la font M erano diversi dai 48 item presentati con la font P. Erano state prestampate 3 versioni, con sequenze diverse, degli item stampati rispettivamente con le font M e P, dalle quali la sperimentatrice

attingeva a rotazione (Appendice 3). Ogni partecipante valutava 96 item ordinati a caso, 12 per ciascuna cella del disegno within-subjects Frequenza (alta, bassa) x Lessicalità (parola, pseudoparola) nel foglio stampato con font M (un foglio A4) e altrettanti nel foglio stampato con font P. All'interno dei tre campioni l'ordine delle font era assegnato casualmente, con il seguente esito: 16 MP vs. 15 PM nei giovani adulti normolettori; 8 MP vs. 6 PM nei giovani adulti DD; 8 MP vs. 7 PM nei ragazzi DD). Tutti gli item erano stampati sempre con la spaziatura standard. Per ogni foglio la sperimentatrice registrava i valori dei seguenti indici: numero degli Hit (parole barrate), numero dei Falsi Allarmi (pseudoparole barrate), tempo impiegato in secondi.

Prova 3.2 (confronto di stringhe). Ciascun partecipante completava due test concepiti per valutare la suscettibilità individuale al crowding, cioè all'interferenza esercitata su ciascuna lettera dalle lettere vicine. Venivano presentati due fogli A4 stampati fronte/retro, uno con font M e uno con font P. In ciascun test il partecipante doveva confrontare 48 coppie di stringhe di lettere, presentate all'interno di un riquadro, e giudicare se queste erano uguali/diverse (same/different matching task). Erano state prestampate due versioni del test, con stringhe differenti ma bilanciate per difficoltà, dalle quali la sperimentatrice attingeva a rotazione (Appendice 4). Tutte le stringhe erano composte da 7 lettere; le due stringhe all'interno della coppia erano o uguali o diverse per una sola lettera in posizione 3, 4 o 5. Il partecipante doveva barrare le coppie uguali. All'interno dei tre campioni l'ordine delle font (salvo in due casi di giovani adulti, per un errore di somministrazione) era opposto rispetto a quello utilizzato nella prova 3.1, con il seguente esito (16 MP vs. 15 PM nei giovani adulti normolettori; 6 MP vs. 8 PM nei giovani adulti DD; 7 MP vs. 8 PM nei ragazzi DD). Per ogni foglio la sperimentatrice registrava i valori dei seguenti indici: numero degli Hit (coppie di stringhe uguali barrate), numero dei Falsi Allarmi (coppie di stringhe diverse barrate), tempo impiegato in secondi.

4. Risultati

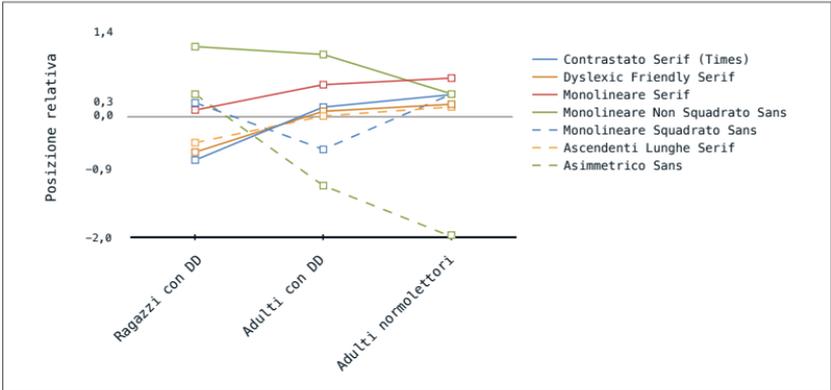
Prova 1 (ordinamento) Tabella 1. Ordinamento delle 7 font. Per tutti i campioni le posizioni fanno riferimento a uno stesso valore medio convenzionale, pari a 5, su una scala standardizzata con range massimo da 2.07 a 7.93 (nell'ipotesi tutti i partecipanti concordino su uno stesso ordinamento), secondo il metodo proposto da Guilford (1954). Le posizioni vanno da 3.01 a 5.61 per i giovani

adulti normolettori, da 3.85 a 6.00 per i giovani adulti con DD, da 4.40 a 6.13 per i ragazzi con DD.

Il grafico [fig. 09] illustra la posizione relativa delle 7 font nei tre campioni. I valori che esprimono la posizione relativa (in ordinata) sono riscaltati in modo da far corrispondere il valore centrale originario (5) allo zero. La distanza dal punto di neutralità è una trasformazione della frequenza con cui ciascuna font è stata collocata nelle diverse posizioni da ciascun campione (dati grezzi in Tabella 1). Si evidenzia la sostanziale omogeneità, nei tre campioni, delle 4 font Serif. Il risultato saliente è il diverso grado di leggibilità percepita attribuito alla font F7 dai tre campioni (da relativamente elevato nei ragazzi con DD a decisamente basso nei giovani adulti normolettori).

| | | | Contrastato Serif (Times) | Dylosic Friendly Serif | Monolineare Serif | Monolineare Non Squadrato Sans | Monolineare Squadrato Sans | Ascendenti Lunghe Serif | Asimmetrico Sans |
|-----------------------------|------------------|----|---------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------|
| | | | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 |
| Giovani adulti normolettori | M | 1 | 6 | 3 | 8 | 4 | 6 | 2 | 2 |
| | | 2 | 4 | 8 | 6 | 5 | 3 | 4 | 1 |
| | ranghi intermedi | 3 | 1 | 5 | 3 | 5 | 7 | 8 | 2 |
| | | 4 | 8 | 2 | 5 | 6 | 3 | 6 | 1 |
| | | 5 | 9 | 3 | 1 | 6 | 6 | 6 | 0 |
| | | 6 | 1 | 9 | 6 | 5 | 4 | 4 | 2 |
| | P | 7 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 23 |
| N | | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | |
| Posizione (media 5) | | | 5.34 | 5.19 | 5.61 | 5.35 | 5.35 | 5.14 | 3.01 |
| Giovani adulti con DD | M | 1 | 0 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| | | 2 | 5 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 |
| | ranghi intermedi | 3 | 0 | 3 | 2 | 2 | 1 | 6 | 0 |
| | | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| | | 5 | 2 | 2 | 0 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| | | 6 | 1 | 1 | 3 | 1 | 6 | 1 | 1 |
| | P | 7 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| N | | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | |
| Posizione (media 5) | | | 5.14 | 5.07 | 5.51 | 6.00 | 4.44 | 4.99 | 3.85 |
| Ragazzi con DD | M | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 4 |
| | | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| | ranghi intermedi | 3 | 1 | 2 | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | | 4 | 0 | 3 | 0 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| | | 5 | 8 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | | 6 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | P | 7 | 3 | 3 | 1 | 0 | 2 | 3 | 3 |
| N | | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | |
| Posizione (media 5) | | | 4.27 | 4.40 | 5.09 | 6.13 | 5.21 | 4.55 | 5.35 |

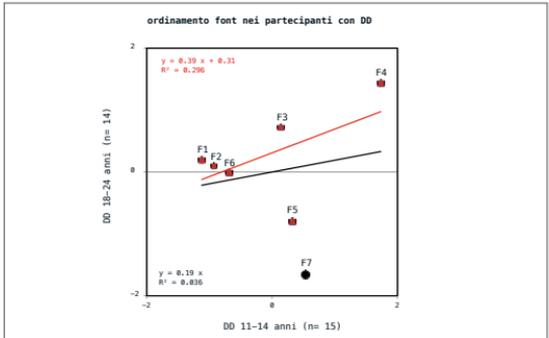
Tabella 1



09

Il grafico [fig. 10] illustra la rappresentazione grafica della relazione tra gli ordinamenti delle 7 font prodotti dai due campioni di partecipanti con DD. La font F7 risulta disomogenea rispetto alle altre sei, come dimostrato dal valore dell'indice di correlazione, che sale da 0.19 a 0.54 nel momento in cui si elimina tale font.

10



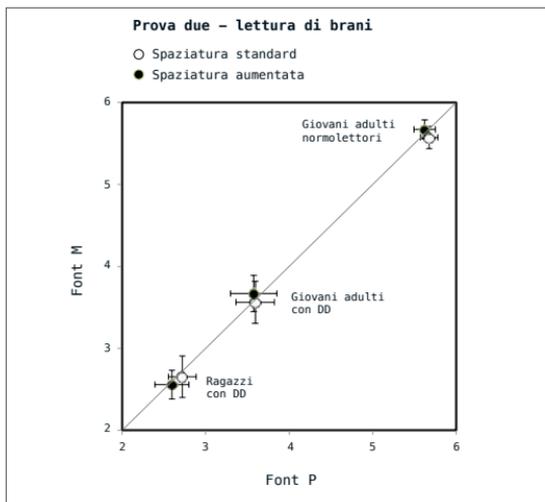
Prova 2 (Lettura di brani) Tabella 2. Accuratezza e velocità di lettura di brani nei tre campioni. I valori si riferiscono alle medie complessive, indipendentemente da spaziatura e font. L'accuratezza degli adulti normolettori è virtualmente perfetta e significativamente superiore a quella dei due campioni di lettori con DD. Per i lettori con DD la velocità di lettura aumenta in funzione dell'età, ma rimane nettamente inferiore a quella dei normolettori adulti. Il grafico [fig. 11] illustra la prestazione dei tre campioni nello spazio definito dalla font P in ascissa e dalla font M in ordinata. La diagonale maggiore è il luogo dei punti in cui la prestazione non è influenzata dalla font. Su

Tabella 2

| Prestazione complessiva nella lettura di brani | | | |
|--|----------------------------|-------------|-----------|
| | n(parole errate) su 354 | p(corrette) | sillabe/s |
| ragazzi DD | 6.8 | 98.1 | 2.68 |
| adulti DD | 3.8 | 98.9 | 3.64 |
| adulti normolettori | 0.2 | 99.9 | 5.64 |

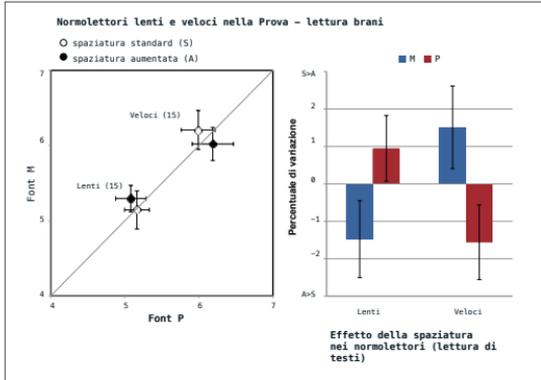
entrambi gli assi i valori rappresentano l'efficienza della prestazione, espressa come velocità di lettura ad alta voce senza errori: $E = p(\text{corrette}) \times \text{sillabe/s}$. I tre campioni sono diversi tra loro (come evidenziato nell'analisi dei dati riportati nella Tabella 2) ma non è presente alcun effetto della Spaziatura e della Font, né sistematico né relativo a un particolare campione.

11



Il grafico [fig. 12] a sinistra, su coordinate PM come quello della Figura 3, evidenzia un diverso effetto di interazione tra Spaziatura e Font nei due gruppi di normolettori. L'effetto è evidenziato anche dal calcolo della percentuale di superiorità relativa $100 \times (S-A)/(S+A)$. I valori di detto indice sono riportati nell'ordinata dell'istogramma di destra per le due font M e P, per i due gruppi di normolettori (lenti, veloci). La variazione più ampia è comunque piccola, nell'ordine dei 3 punti percentuali (scarto totale tra la superiorità della spaziatura standard con la font M e quello per la spaziatura aumentata per la font P, nei normolettori veloci).

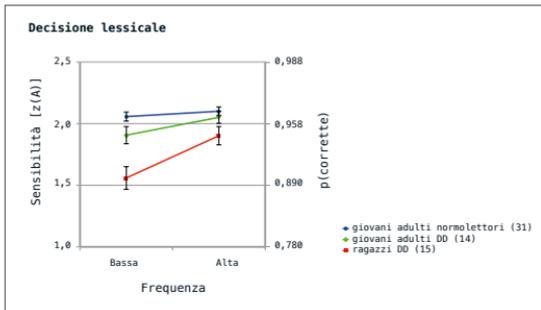
12



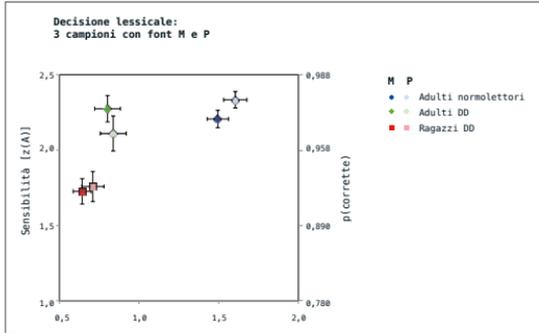
Prova 3.1 (decisione lessicale)

Il grafico [fig. 13] illustra la distribuzione della sensibilità discriminativa – misurata dall'indice $z(A)$ – nei tre campioni, in funzione della frequenza delle parole. L'ordinata a destra riporta le proporzioni di risposte corrette equivalenti al valore $z(A)$ per un partecipante ideale (privo di bias verso barrare/non barrare gli item). Il vantaggio per le parole ad alta frequenza, presente nei ragazzi con DD, mediamente meno accurati, tende a svanire nei partecipanti mediamente più accurati.

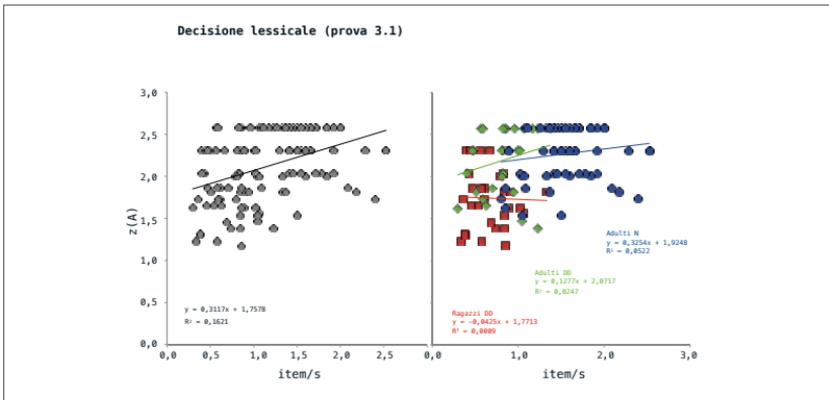
13



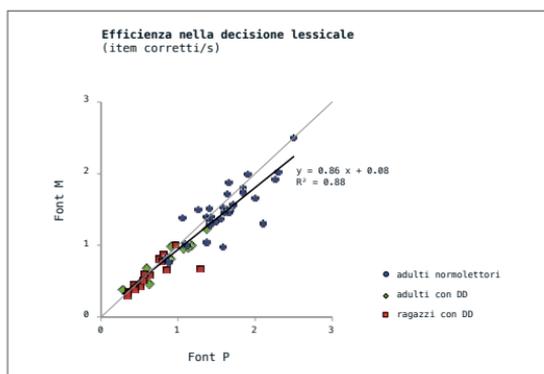
Il grafico [fig. 14] illustra le prestazioni dei tre campioni nel compito di decisione lessicale (prova 3.1), svolto sul materiale scritto con font M e P. Le varie prestazioni sono rappresentate da una particolare posizione nello spazio bidimensionale definito dalla velocità di esecuzione in ascissa e dalla sensibilità discriminativa in ordinata. Come nella Figura 5 l'ordinata di destra riporta i valori delle proporzioni di risposte corrette equivalenti al valore $z(A)$ per un partecipante ideale (privo di bias verso barrare/non barrare gli item).



Il grafico [fig. 15] illustra la velocità di esecuzione e sensibilità discriminativa nel compito di decisione lessicale (prova 3.1). Il grafico a sinistra illustra la correlazione positiva ($r = 0.40$; test a due code, $p = 0.0014$) tra le misure ottenute aggregando i tre campioni. Tale correlazione è tuttavia in gran parte attribuibile all'andamento della prestazione nei tre campioni, illustrato nella Figura 6. All'interno di ciascun campione (grafico a destra) solo nel caso degli adulti DD c'è una debole correlazione positiva ($r = 0.23$; test a due code, $p = 0.24$) tra velocità e sensibilità.

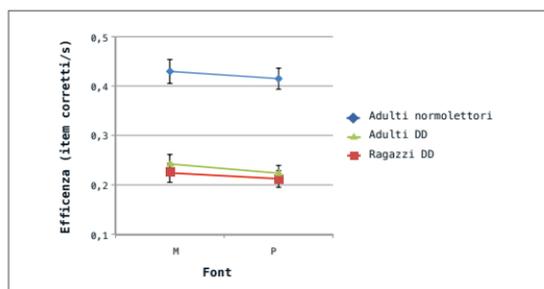


Il grafico [fig. 16] illustra l'efficienza nel compito di decisione lessicale (prova 3.1) con le font M e P, per i partecipanti DD e per i normolettori. Ferma restando l'attesa correlazione lineare tra le prestazioni con le due font, confermata in entrambi i gruppi, nei normolettori si osserva un'inattesa superiorità della prestazione sul materiale con la font P.



Prova 3.2 (confronto di stringhe)

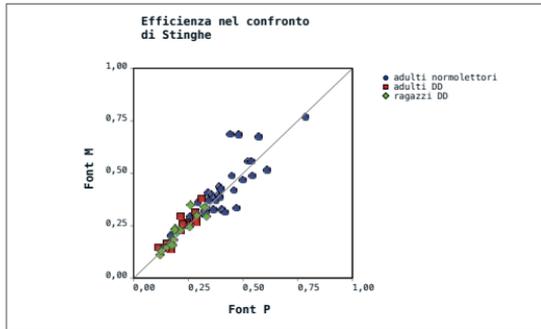
Il grafico [fig. 17] illustra l'efficienza (prodotto di velocità, in item/s, e A, misura non parametrica della sensibilità) nel confronto di stringhe nei tre campioni, in funzione della font utilizzato per stampare il materiale. La superiorità della font M è debole ma sistematica.



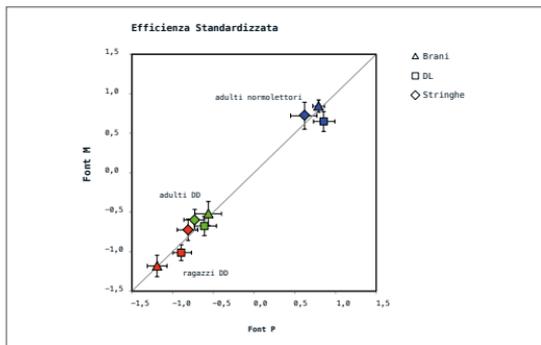
Il grafico [fig. 18] illustra l'efficienza nel confronto di stringhe (prova 3.2) con font M e P nei tre campioni. Nel complesso, la correlazione nelle prestazioni con i materiali stampati con i due font è molto elevata ($r = 0.92$). Si noti l'elevata variabilità delle prestazioni all'interno di ciascun campione.

5. Efficienza standardizzata Il grafico [fig. 19] illustra l'efficienza standardizzata nei tre compiti oggettivi, rappresentata nello spazio con coordinate [P, M], nei tre campioni. Si noti l'omogeneità delle prestazioni nei tre compiti nei partecipanti adulti, fatta salva la marcata differenza nel livello assoluto della prestazione tra normolettori e partecipanti con DD. Diverso il pattern nei ragazzi con DD.

18



19



6. *Correlazioni tra le prove* Tabella 3. Correlazioni tra efficienza nella lettura di brani a voce alta (prova 2), decisione lessicale (prova 3.1) e confronto di stringhe prive di senso (prova 3.2) nei tre campioni. Il numero di osservazioni su cui sono calcolati i valori del coefficiente di correlazione corrispondono al doppio del numero di partecipanti in ciascun campione, in quanto sono stati utilizzati separatamente i valori relativi alla prestazione con il materiale M e con il materiale P.

Tabella 3

| r di Pearson | ragazzi DD (30) | | adulti DD (28) | | adulti N (62) | |
|--------------|-----------------|----------|----------------|----------|---------------|----------|
| | DL | stringhe | DL | stringhe | DL | stringhe |
| brani | -0.167 | 0.183 | -0.099 | -0.059 | 0.353 | 0.372 |
| DL | | 0.407 | | 0.251 | | 0.479 |

Conclusioni parte sperimentale

Non sono emersi dati oggettivi e chiari che spingano verso l'adozione di una particolare font per il miglioramento delle performance di lettura.

I dati raccolti consentono di trarre una serie di conclusioni:

a) I giudizi soggettivi sulla semplicità percepita delle font (prova 1) non sembrano dipendere dagli stessi fattori che

rendono oggettivamente facili o difficili i compiti connessi con la lettura, quando la prestazione viene misurata attraverso indici di accuratezza/sensibilità e velocità di esecuzione. In altri termini, le preferenze individuali verso una font non sembrano, in generale, un forte predittore delle prestazioni oggettive.

b) Le misure raccolte nella prova 2 con i normolettori suggeriscono che l'effetto della font può combinarsi con l'effetto della spaziatura. Questa possibile interazione va studiata meglio, ma l'effetto della spaziatura è minimo. I risultati ottenuti da Zorzi et al. (2012) sono attribuibili al minor numero di battute per riga, piuttosto che all'aumento della spaziatura, come evidenziato da Schneps (2013). Negli esperimenti precedenti l'aumento della spaziatura corrispondeva a un minor numero di battute per riga, mentre in quello attuale le battute per riga rimanevano costanti.

c) Nel compito di decisione lessicale (prova 3.1), si è osservato un inatteso vantaggio globale – piccolo ma sistematico – per la font P, attribuibile a una maggiore attivazione, indipendente dalla piacevolezza che domina l'ordinamento nel compito di scelta soggettiva. Tale ipotesi andrebbe controllata chiedendo ai partecipanti di valutare separatamente le due dimensioni estetiche fondamentali: valenza e *arousal*.

d) Nel confronto di stringhe è stato evidenziato un effetto sistematico a favore della font M. Tale compito, che coinvolge l'abilità del lettore di contrastare il crowding, si dimostra adatto a valutare le differenze oggettive di prestazione conseguenti all'utilizzo di una specifica font.

e) Nel complesso, i compiti prescelti si sono rivelati in grado di evidenziare differenze significative fra i tre campioni nel pattern di prestazioni connesse con la lettura.

Conclusioni

Le variabili tipografiche manipolate nella ricerca hanno avuto un'influenza minima sui compiti prescelti. Più influenti potrebbero essere gli aspetti macrotipografici, come l'uso di righe brevi impaginate a bandiera (Schneps, 2013) o la stessa spaziatura aumentata (Zorzi et al., 2012; O'Brien et al., 2005; Perea et al., 2012; Marinus, 2016), anche se Rosen & Pelli (2012) puntualizzano che i vantaggi della spaziatura aumentata potrebbero essere neutralizzati o ridotti dalla composizione "eccentrica" (troppo spaziata) e posto quanto già detto (punto "b" del precedente paragrafo) sulla riduzione del numero di battute per riga; oppure l'organizzazione stessa del testo scritto, anche in chiave sinsemica e, per alcuni casi, gli aspetti posturali (Fischer, 2009), con l'idea che un approccio molto per-

sonalizzato, tra chi segue il percorso riabilitativo e le persone con diagnosi di DD, possa dare risultati più significativi. I dispositivi elettronici personalizzabili potrebbero essere utilizzati per valorizzare la riconosciuta importanza della forma visiva della parola, in relazione alle abilità di riconoscimento di oggetti complessi (Deahene & Cohen, 2011), ponendo attenzione a una gestione accurata di tutti gli aspetti della scrittura.

Lo sviluppo di testi ad hoc sulla base di specifici bisogni può essere un'utile strategia in un contesto clinico, ma in un contesto produttivo da un lato un testo deve cercare di rispondere alle esigenze di un numero più ampio possibile di lettori, dall'altro evitare di ghettizzare chi ha una diagnosi di DD.

REFERENCES

- Guilford Joy Paul, *Psychometric Methods*, New York, McGraw-Hill, **1954** [1936], pp. 597.
- Fisher F. William, Liberman Isabelle Y., Shankw Eiler Donald, "Reading reversals and developmental dyslexia: A further study", *Cortex*, n. 14, **1978**, pp. 496-510.
- Spinelli Donatella, De Luca Maria, Judica Anna, Zoccolotti Pierluigi, "Crowding Effects on Word Identification in Developmental Dyslexia", *Cortex*, n. 38(2), **2002**, pp. 179-200.
- Kinross Robin, *Tipografia moderna*, Viterbo, Nuovi Equilibri, **2005** [1992], pp. 301.
- O'Brien Beth A., Mansfield J. Stephen, Legge Gordon E., "The effect of print size on reading speed in dyslexia", *Journal of Research in Reading*, n. 28, **2005**, pp. 332-349.
- Unger Gerard, *Il gioco della lettura*, Viterbo, Nuovi Equilibri, **2006**, pp. 221.
- Legge Gordon E., *Psychophysics of Reading in Normal and Low Vision*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, **2007**, pp. 248.
- Arditi Aries, Cho Jianna, "Letter case and text legibility in normal and low vision", *Vision Res*, n. 47(19), **2007**, pp. 2499-2505.
- Fischer Burkhart, Hartnegg Klaus, "Instability of fixation in dyslexia: Development – deficits – training", *Optometry & Vision Development*, n. 40(4), **2009**, pp. 21-228.
- Martelli Marialuisa, Di Filippo Gloria, Spinelli Donatella, Zoccolotti Pierluigi, "Crowding, reading, and developmental dyslexia", *Journal of Vision* n. 9(4), **2009**, pp. 1-18.
- de Leeuw Renske, *Special font for dyslexia?* (Master Thesis), University of Twente, Enschede, the Netherlands, **2010**, pp. 32.
- Dehaene Stanislas, Cohen Laurent, "The unique role of the visual word form area in reading", *Trends in Cognitive Sciences*, n. 15(6), **2011**, pp. 254-262.
- Legge Gordon E., Bigelow Charles A., "Does print size matter for reading? A review of findings from vision science and typography" *Journal of Vision*, n. 11, **2011**, pp. 1-22.
- Perea Manuel, Panadero Victoria, Moret-Tatay Carmen, Gómez Pablo, "The effects of inter-letter spacing in visual-word recog-

nition: Evidence with young normal readers and developmental dyslexics", *Learning and Instruction*, n. 22, **2012**, pp. 420-430.

Zorzi Marco, Barbiero Chiara, Facoetti Andrea, Lonciari Isabella, Carrozzi Marco, Montico Marcella, Bravar Laura, George Florence, Pech-Georgel Catherine, Ziegler Johannes C., "Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia", pp. 11455-11459, in Proceedings of the National Academy of Sciences 109(28), **2012**.

Sayim Bilge, Cavanagh Patrick, "Grouping and crowding effect target appearance over different spatial scales", *PLoS ONE*, Vol. 8, n. 8, **2013**, pp. 1-11.

Schneps Matthew H., Thomson Jenny M., Sonnert Gerhard, Pomplun Marc, Chen Chen, Heffner-Wong Amanda, "Shorter Lines Facilitate Reading in Those Who Struggle", *PLoS ONE*, n. 8(8), **2013**, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3734020/> [giugno 2017]

Bachmann Christina "Può un font essere uno strumento compensativo per i lettori con dislessia? Gradimento e prestazione nella lettura in Times New Roman e in EasyReading® di alunni dislessici e normolettori della classe quarta primaria", *Dislessia*, n. 10(2), **2013**, pp. 243-262.

Manassi Mauro, Sayim Bilge, Herzog Michael H., "When crowding of crowding leads to uncrowding", *Journal of Vision*, n. 13(13), **2013**, pp. 1-10.

Rello Luz, Baeza-Yates Ricardo, "Good Fonts for Dyslexia", in ASSETS '13: Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, **2013**.

Ramus Franck, "Should there really be a "Dyslexia debate"?", *Brain*, n. 137, **2014**, p. 12.

Chicherov Vitaly, Plomp Gijs, Herzog Michael H., "Neural correlates of visual crowding", *NeuroImage*, n. 93, **2014**, pp. 23-31.

Elliott Julian G., Grigorenko Elena L., *The Dyslexia Debate*, Cambridge, Cambridge University Press, **2014**, pp. 285.

Barbiero Chiara, Burani Cristina, Ronfani Luca, Gerbino Walter, "Typography and dyslexia: A preliminary study on university students", p. 32, in (a cura di) Bernardis Paolo, Fantoni Carlo, Gerbino Walter, **2015**, *TSPC2015: Proceedings of the Trieste Symposium on Perception and Cognition*, EUT Edizioni Università di Trieste, Trieste, pp. 44.

Berlaen, Frederik, Ferreira, Gustavo (2015). *How to use pens*. http://www.robodocs.info/roboFabDocs/source/howtos/use_pens.html#drawing-stuff-in-glyphs [giugno 2017]

Doron Adi, Manassi Mauro, Herzog Michael H., Ahissar Merav, "Intact crowding and temporal masking in dyslexia", *Journal of Vision*, n. 15(14), **2015**, pp. 1-17.

Marinus Eva, Mostard Michelle, Segers Eliane, Schubert Teresa M., Madelaine Alison, Wheldall Kevin "A special font for people with dyslexia: Does it work and, if so, why?" *Dyslexia*, n. 22(3), **2016**, pp. 233-244.

Leming Tal, Van Blokland Erik, Van Rossum Just, *Unified Font Object (UFO)*. <http://unifiedfontobject.org> [giugno 2017]

Tutte le appendici sono consultabili al seguente link:
<https://goo.gl/qepbsH>