



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**XXIX CICLO DEL DOTTORATO DI RICERCA IN
NEUROSCIENZE E SCIENZE COGNITIVE**

**VARIABILI TIPOGRAFICHE E DISLESSIA
EVOLUTIVA**

Settore scientifico-disciplinare: **PSICOLOGIA GENERALE**

**DOTTORANDA
CHIARA BARBIERO**

**COORDINATORE
PROF. TIZIANO AGOSTINI**

**SUPERVISORE DI TESI
PROF. WALTER GERBINO**

ANNO ACCADEMICO 2016/2017

a noi quattro e al nostro cammino

INDICE

PREMESSA.....	3
PARTE TEORICA	5
1 I sistemi di scrittura	5
2 Legibility e readability.....	8
3 Alcuni cenni di terminologia tipografica.....	11
3.1 Definizione di font:.....	11
3.2 Definizione di alcune caratteristiche tipografiche:.....	12
4 La dislessia evolutiva.....	14
4.1 Le ipotesi eziologiche.....	16
4.1.1 La teoria della consapevolezza fonologica.....	16
4.1.2 L'ipotesi del processamento uditivo rapido.....	17
4.1.3 La teoria magnocellulare-dorsale (M-D).....	18
4.1.4 La teoria del deficit attenzionale.....	20
5 Variabili tipografiche e dislessia (una rassegna).....	23
5.1 La grandezza delle lettere.....	23
5.2 La lunghezza delle righe.....	25
5.3 I font <i>dyslexia friendly</i> (una rassegna).....	27
5.3.1 Opendyslexic.....	28
5.3.2 Dyslexie.....	34
5.3.3 EasyReading®.....	43
6 L'effetto <i>crowding</i>	47
6.1 L'effetto <i>crowding</i> e la lettura (una rassegna).....	50
6.1.1 L'effetto dell'incremento della spaziatura sulla lettura di parole	52
6.1.2 L'effetto dell'incremento della spaziatura sulla lettura di frasi.	63
6.1.3 L'effetto della riduzione della spaziatura.....	67
6.2 L'effetto <i>crowding</i> e la dislessia evolutiva.....	68
PARTE EMPIRICA	87
7 Ricerca 1: Spaziatura e lettura di pseudoparole.....	89
7.1 Metodo.....	90
7.1.1 Partecipanti.....	90
7.1.2 Materiali.....	92
7.1.3 Disegno sperimentale.....	93
7.1.4 Procedura.....	94
7.1.5 Analisi dei dati.....	95
7.2 Risultati.....	96
7.2.1 Campione dei bambini con dislessia evolutiva (DD).....	96
7.2.2 Campione dei bambini normolettori (NR).....	98

7.2.3	Confronto tra i campioni NR e DD.....	100
7.3	Discussione.....	102
8	Ricerca 2: Font e lettura.....	105
8.1	Metodo.....	107
8.1.1	Partecipanti.....	108
8.1.2	Materiali.....	109
8.1.3	Disegno sperimentale.....	119
8.1.4	Procedura.....	121
8.1.5	Analisi dei dati.....	124
8.2	Risultati.....	128
8.2.1	Prova 1 (ordinamento).....	128
8.2.2	Prova 2 (lettura ad alta voce).....	136
8.2.3	Prova 3 (decisione lessicale).....	143
8.2.4	Prova 4 (Confronto di stringhe).....	145
8.2.5	Correlazioni tra le prove.....	148
8.3	Discussione.....	149
	CONCLUSIONI.....	154
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	155
	RINGRAZIAMENTI.....	175
	APPENDICI.....	176

PREMESSA

La lettura è la base per l'acquisizione della conoscenza, per lo sviluppo culturale, per la democrazia, e il successo nel lavoro (Castles, Rastle, & Nation 2018).

L'accesso alla conoscenza è un diritto inalienabile, eppure ci sono quasi 200.000 studenti nelle scuole italiane per cui leggere un testo è problematico (dati MIUR, dal documento "L'integrazione scolastica degli alunni con disabilità a.s. 2014/2015").

La dislessia evolutiva è un disturbo che riguarda l'apprendimento della lettura e che rende difficile, per le persone che ne sono affette, avvicinarsi ai libri con le conseguenti limitazioni per ciò che riguarda la conoscenza e la cultura.

Ad oggi la tecnologia sta diminuendo il divario esistente tra normolettori e persone con deficit di lettura grazie all'uso del computer, dei lettori vocali, dei libri digitali e di altri strumenti compensativi; l'utilizzo del computer permette di modificare le caratteristiche visive del testo da leggere, di aumentare la dimensione dei caratteri e l'interlinea, di utilizzare i font ritenuti di più facile lettura. Il carattere tipografico viene spesso considerato il primo ostacolo che i lettori dislessici devono superare per la decifrazione delle lettere.

Rendere maggiormente accessibile il materiale scritto per le persone con dislessia è uno degli approcci che negli ultimi anni si sta diffondendo maggiormente. Da anni si sta assistendo alla pubblicazione di libri scritti con font appositamente creati per facilitare la lettura delle persone con dislessia. Tuttavia la ricerca che avvalora la loro efficacia è ad oggi scarsa e ha portato a risultati non soddisfacenti.

Da queste premesse sono nati gli studi esposti in questa tesi.

Il lavoro è composto da due parti: una parte teorica e una empirica.

Nella parte teorica, dopo alcuni capitoli di approfondimento necessari per comprendere gli elementi tipografici che influiscono sulla *legibility* del testo e per comprendere la dislessia, ho trattato in maniera approfondita un filone di ricerca che riguarda la sperimentazione relativa all'utilizzo di font con caratteristiche scelte appositamente per le persone con dislessia e un filone che riguarda l'influenza del *crowding* sulla lettura delle persone con questo disturbo. Questi approfondimenti teorici pongono le basi per comprendere le due ricerche esposte nella parte empirica.

Il primo studio ha valutato l'efficacia dell'incremento della spaziatura e quindi di una possibile diminuzione dell'effetto *crowding* sulla lettura di pseudoparole in bambini con dislessia e normolettori.

Il secondo studio ha valutato il rapporto tra la valutazione soggettiva di leggibilità dei font e la prestazione nella lettura a voce alta e in altri due compiti connessi alla lettura in ragazzi e giovani adulti con dislessia e normolettori; anche quest'ultimo studio ha valutato, separatamente dall'effetto del disegno del font, l'effetto di un incremento della spaziatura.

PARTE TEORICA

1 I SISTEMI DI SCRITTURA

La scrittura è un'invenzione culturale recente, e i sistemi di scrittura variano in base a come i loro simboli rappresentano il linguaggio parlato (Castles, Rastle, & Nation 2018).

Esistono tre grandi categorie di sistemi di scrittura: alfabetico (in cui i simboli rappresentano i singoli suoni o fonemi; es: italiano, inglese), sillabico (in cui i simboli rappresentano intere sillabe; es: lo Hiragana giapponese), e morfofonetico (in cui i simboli rappresentano elementi di significato e suono; es: il cinese). Quest'ultima tipologia di sistema di scrittura viene detta anche logografica (Chang, Chen, & Perfetti 2018).

Ci sono molte ragioni per cui emergono particolari sistemi di scrittura per determinati linguaggi: influenze politiche, invasioni, attività missionarie hanno contribuito alla natura dei diversi sistemi di scrittura nel mondo (Ager 2018; Kamusella 2009).

Katz e Frost (1992) ritengono che determinati sistemi di scrittura siano più adatti per le alcune lingue piuttosto che per altre, anzi, che "la maggior parte delle lingue ottiene l'ortografia che merita". Per esempio, il Mandarino cinese è caratterizzato da un piccolo numero di sillabe e di conseguenza da un gran numero di omofone (parole con significato diverso ma che si pronunciano allo stesso modo) e se fosse scritto con il sistema di scrittura alfabetico (con una corrispondenza uno-a-uno tra lettera e suono) l'ambiguità del linguaggio parlato verrebbe rispecchiata nel linguaggio scritto con un'importante presenza di omografe (parole con diverso significato ma che si scrivono allo stesso modo). Lo sviluppo dei caratteri cinesi nel linguaggio scritto previene questa ambiguità.

Le lingue indoeuropee come l'inglese sono caratterizzate da una minore presenza di parole omofone e da un maggior numero di sillabe complesse. L'uso di un alfabeto in questi casi consente di comunicare visivamente la lingua parlata con una serie di lettere, corrispondente ai suoni, relativamente semplice (Katz & Frost 1992; Frost 2012).

I sistemi di scrittura alfabetici variano per la “profondità” della loro scrittura, o la trasparenza con cui i simboli (grafemi) rappresentano i suoni (fonemi). Nelle ortografie trasparenti (o superficiali) la corrispondenza tra grafemi e fonemi tende a essere biunivoca, in quelli ortograficamente opachi (o profondi) la corrispondenza tra grafemi e fonemi non è precisa (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon & Ziegler 2001).

L’aspetto visivo della maggior parte dei sistemi di scrittura pone le basi sui limiti del sistema visivo umano (Changizi & Shimojo 2005); si tratta di segni scritti creati dalla mente umana per essere letti dagli umani. Dallo studio delle proprietà geometriche della scrittura emerge che questa riproduce i modelli di occlusione presenti in natura; è accertato che tali adattamenti siano stati prodotti da un processo di “selezione culturale”.

Morin (2017) ha studiato il collegamento tra i vincoli visivi e l’evoluzione culturale nella creazione dei caratteri del sistema di scrittura alfabetico e sillabico, considerando in particolare l’orientamento dei tratti nelle lettere.

Le forme di scrittura usate in questi sistemi si sono modellate in tre modalità diverse che li rendono più facili da leggere per il cervello umano: la cardinalità, la separazione e la simmetria verticale.

Le linee cardinali, orizzontale e verticale, sono più facili da riconoscere, da discriminare e da memorizzare; gli orientamenti orizzontali e verticali sono spesso presenti negli ambienti naturali e in quelli creati dall’uomo (Girshick, Landy, & Simoncelli 2011). Gli studi di neuro-estetica confermano che le linee cardinali non sono solo più semplici da elaborare ma sono anche apprezzate esteticamente (Latto, Brain, & Kelly 2000) e spesso presenti nell’arte (Latto & Russel-Duff 2002). Le singole lettere guadagnano leggibilità quando combinano la cardinalità con i tratti obliqui; la presenza di entrambi riduce al minimo la possibilità di trovare angoli acuti nelle lettere. Le linee cardinali, oltre ad essere percepite più accuratamente di quelle oblique, sono meglio rilevate se mascherate da linee cardinali di orientamento opposto (Li, Thier, & Wehrhahn 2000; Sekuler 1965). Inoltre, gli angoli retti tendono a essere copiati più fedelmente di quelli acuti, almeno dai bambini (Bremner & Taylor 1982; Davis, Bruyn, & Boyles 2005). Dal momento che la maggior parte delle scritture studiate oggi sono state copiate a mano da diverse generazioni di bambini in fase di apprendimento, una preferenza per gli angoli retti può aver avuto un impatto importante sulla forma delle lettere.

L' "effetto separazione" consiste nel fatto che i tratti cardinali si trovino più frequentemente in lettere contenenti altri tratti cardinali (e viceversa). La scrittura latina, ad esempio, ha più lettere puramente cardinali (E) o puramente oblique (W), ma poche lettere miste (K) rispetto a quanto potrebbe essere attribuibile al caso (Morin 2017).

Le lettere presenti più spesso nella scrittura latina infine sono caratterizzate da una dominanza della simmetria verticale: es le lettere come A e T. Il cervello umano è sintonizzato sulla simmetria verticale (come opposta a quella verticale) (van der Helm 2015; Brelke 1994). Gli oggetti con una simmetria verticale (come le facce e i corpi) sono un elemento costante nella maggior parte del mondo visivo degli umani; non sorprende quindi che le forme che hanno una simmetria verticale sono più facili da riconoscere e memorizzare rispetto a quelle con simmetria orizzontale (Rossi-Arnaud et al. 2012; Wenderoth 1994).

Secondo Morin l'evoluzione culturale non è l'unica spiegazione della presenza nei caratteri delle forme di cardinalità, separazione e simmetria verticale, dal momento che tutte e tre possono essere presenti in invenzioni di scrittura moderne indipendenti. Bisogna considerare un'altra possibile fonte di struttura: una tendenza generale della mente umana a rispettare i vincoli sofisticati che creano forme attraenti. L'adattamento culturale alle preferenze cognitive potrebbe non richiedere un'evoluzione culturale a lungo termine.

2 LEGIBILITY E READABILITY

Per mantenersi informate le persone devono venire in contatto e dipendono dal materiale scritto (Aberson & Bouwhuis 1997). La lettura rappresenta la principale fonte di informazioni per chi studia e apprende; tuttavia, si sa ancora poco su come le caratteristiche tipografiche del testo siano percepite dal lettore.

La *legibility* e la *readability* sono due misure di efficienza del testo (Tarasov, Sergeev, & Filimonov 2015; Woods, Davis, & Scharff 2005).

La *legibility* corrisponde a quanto facilmente un testo viene identificato in maniera corretta; è collegata alla facilità con cui gli occhi rilevano le lettere e le parole, compito fondamentale per acquisire le informazioni durante la lettura.

Una migliore *legibility* porta ad una maggiore capacità di riconoscere e di conseguenza a una maggiore capacità di leggere il testo (McCarthy & Mothersbaugh 2002). La velocità di lettura è una variabile importante che denota una buona *legibility*, infatti, quest'ultima viene considerata buona se il testo viene letto rapidamente e facilmente (Tinker 1963, Hughes & Wilkins 2000; 2002). Esistono parecchie raccomandazioni e regole sulla *legibility* di un testo, ma sono basate soprattutto su giudizi soggettivi, armonia della forma e non su studi scientifici (Tarasov, Sergeev, Filimonov 2015).

La *readability* corrisponde alla facilità (velocità e comodità) con cui le persone leggono il testo per comprenderlo (Mills & Weldon 1987), influisce sulla comprensione della lettura (Woods, Davis, & Schariff 2005) ed è influenzata a sua volta dalla *legibility*.

La comprensione nella lettura è "il processo di estrazione simultanea e costruzione del significato attraverso l'interazione e il coinvolgimento con il linguaggio scritto. Consiste di tre elementi: il lettore, il testo e l'attività o lo scopo per cui si legge" (Rand 2002)

La memoria di lavoro ha una capacità limitata, quindi per poter comprendere il testo dev'esserci una decodifica ben automatizzata; viceversa, un impegno importante rivolto al riconoscimento delle parole, comporterà una rimanente ridotta energia mentale per la comprensione (Pardo 2004). Le caratteristiche visive del testo, tra cui il tipo di font, la dimensione, la spaziatura, l'interlinea, i margini, ecc... influenzano l'interazione tra il lettore e lo scritto e sono molto importanti affinché egli possa dare un senso a quanto sta leggendo.

Le misurazioni del movimento degli occhi, costituiscono un metodo moderno per misurare la *readability* di un testo, dal momento che la percezione dell'informazione avviene nelle saccadi (i rapidi movimenti degli occhi che eseguiamo per portare la zona di nostro interesse a coincidere con la fovea). Quando i lettori terminano una riga, i loro occhi passano all'inizio dell'altra linea con un movimento che viene chiamato *return sweep* (trascinamento/scansione di ritorno); l'interlinea ha un effetto importante sulla scansione di ritorno, questa avviene più facilmente e più velocemente se lo spazio tra le linee non è troppo o troppo poco (Nanavati & Bias 2005).

La tipografia con cui sono scritti i libri è importante per due ragioni. Non deve interferire con la comprensione del testo da parte del lettore, aspetto importante in particolare per i bambini che stanno imparando a leggere. Condiziona l'aspetto visivo del testo e quindi può influire sulla motivazione a leggere (Cattell 1885).

Sono state dedicate molte ricerche allo studio dell'influenza delle caratteristiche dei font sulla *legibility* e sulla *readability* del testo in popolazioni adulte, molto poco è stato fatto in ambito infantile. In questo caso è importante considerare i bambini come una popolazione a parte a causa del contributo che può avere il cambiamento dovuto allo sviluppo e l'effetto che la mancanza di familiarità con i vari caratteri può avere sulla *readability* del testo. Dal momento che la maggior parte del materiale letto dai bambini si presenta su carta stampata, esaminare la *readability* dei testi per i bambini rappresenta un aspetto di particolare importanza (Woods, Davis, & Scharff 2005).

Wilkins et al. (2009) hanno dimostrato che la dimensione e la forma dei caratteri solitamente usati nei libri di testo dei bambini di 7-9 anni possono comprometterne la velocità di lettura, mentre le frasi lette con caratteri più grandi vengono lette in maniera più veloce. Secondo Hughes, & Wilkins (2002), i libri per bambini dai 6 agli 11 anni dovrebbero essere scritti con caratteri più grandi e con maggiori spaziature sia orizzontali che verticali.

Woods, Davis, & Scharff (2005) hanno studiato i cambiamenti evolutivi nella capacità dei bambini di distinguere le lettere dei diversi font con l'obiettivo di fornire il primo passo per lo studio dei font più adatti per i bambini.

Secondo Woods, Davis, & Scharff (2005) gli studi sulla *legibility* e sulla *readability* nei bambini devono tenere in considerazione gli effetti dello sviluppo fisiologico. Sebbene le ricerche indichino che a un anno i bambini sono in grado di discriminare gli stessi piccoli dettagli visivi riconosciuti dagli adulti (Gaines 1969),

bisogna considerare che le aree corticali coinvolte nella lettura sono ancora in pieno sviluppo (Pinel 2000) e questo impone dei limiti.

I movimenti oculomotori dei bambini all'inizio dell'apprendimento sono meno efficienti rispetto a quelli degli adulti (Kowler & Martins 1982) e si stabilizzano solo verso il quarto anno di scuola (Tinker 1963), questo può influire sul riconoscimento efficace delle lettere. I bambini inoltre processano l'informazione veicolata dalle lettere più lentamente degli adulti (Krueger 1973), probabilmente proprio a causa delle aree corticali ancora immature.

3 ALCUNI CENNI DI TERMINOLOGIA TIPOGRAFICA

Descrivo di seguito due definizioni di font o carattere tipografico e alcune definizioni relative agli elementi tipografici che caratterizzano il font (Kuster et al. 2017; Legge & Bigelow 2011).

3.1 DEFINIZIONE DI FONT:

1. Ai tempi dei caratteri di metallo e delle tipografie, i font e i caratteri tipografici erano due cose diverse: il carattere tipografico era il disegno specifico delle lettere, es: Times New Roman; mentre il font si riferiva alla particolare dimensione o stile di quel carattere tipografico, es: 10 punti regolare o 24 punti corsivo. Oggi, molti designer usano i termini più o meno in modo intercambiabile (<https://www.canva.com/learn/typography-terms/>).
2. Una raccolta di lettere, numeri, segni di punteggiatura e altri simboli utilizzati per impostare il testo. Sebbene il font e il carattere tipografico siano spesso usati in modo intercambiabile, il font si riferisce alla forma della realizzazione fisica (che si tratti di un pezzo di metallo o di un file di un computer) mentre il carattere tipografico si riferisce al disegno (il suo aspetto). Un font è ciò che usi e un carattere tipografico è ciò che vedi (<https://www.fontshop.com/glossary>).

Dalla lettura di queste due definizioni sembrerebbe più opportuno utilizzare il termine carattere tipografico piuttosto che font, quando ci si riferisce alla forma delle lettere, ma in letteratura viene solitamente usato il termine font.

È importante osservare che le definizioni appena riportate si riferiscono in particolare al disegno della lettera e alla sua realizzazione fisica e non comprendono un'altra variabile tipografica che è la spaziatura (spaziatura tra le lettere, tra le parole e tra le righe) che comunque influenza la *legibility* del testo (Hooper & Hannafin 1986; Tarasov, Sergeev, & Filimonov 2015). Le ricerche descritte nel capitolo 5, in particolare quelle che hanno testato l'efficacia dei font *dyslexia friendly* confrontando i vari font utilizzati, non sempre restano aderenti alle sue definizioni "ufficiali", e tra le caratteristiche prese in considerazione spesso comprendono anche la spaziatura, questo compromette la validità interna dei diversi studi e ne rende difficile il confronto (Schulz 2016).

3.2 DEFINIZIONE DI ALCUNE CARATTERISTICHE

TIPOGRAFICHE:

1. Punto (pt): unità di misura tipografica comune; un punto misura 0,353 mm; la grandezza del font è misurata solitamente in punti;
2. Linea di base: linea immaginaria su cui sono appoggiate le lettere;
3. *x-height*: altezza della lettera “x” minuscola, data una certa dimensione del punto. L’*x-height* non corrisponde alla dimensione in punti (*point size*) del font, e può essere diversa in caratteri che hanno la stessa dimensione in punti. Es: l’*x-height* per Times New Roman a 12 pt è inferiore ad Arial a 12 punti. Font con un *x-height* relativamente grande sembrano essere di dimensione totale maggiore e sono più leggibili di font con *x-height* più piccola (Legge & Bigelow 2011). Inoltre, font con un *x-height* estremamente grande o estremamente piccola possono avere un impatto negativo sulla prestazione di lettura. Nei libri per bambini generalmente l’*x-height* diminuisce con l’aumentare dell’età di lettura (*reading age*) (Hughes & Wilkins 2000).
4. Grandezza del corpo di un font (*body-size*): si riferisce all’altezza della lettera, misurata dal punto più basso del discendente fino all’estremità dell’ascendente (ascendente e discendente: porzioni di segno grafico che oltrepassano superiormente l’*x-height* e inferiormente la linea di base), aumentata di una piccola quantità di spazio supplementare necessaria per prevenire che le lettere si tocchino. Font con una grandezza del corpo tra 9 e 12 punti (Bolder et al. 1990) o tra 9 e 11 punti sono considerati leggibili (Unger 2006).
5. Peso del font: grossezza del font.
6. Contrasto del font: rapporto tra le parti sottili e le parti grosse.
7. Grazie (*serif*): piccole linee che si estendono dai tratti principali di una lettera come nel Times New Roman (Lannon 2000). I font senza grazie (*sans serif*) non includono tratti orizzontali extra, es: il font Arial. Lo scopo delle grazie, è di guidare l’occhio del lettore orizzontalmente, rendendo così il font più leggibile. Storicamente, font con le grazie vengono considerati più leggibili rispetto ai font senza grazie, poichè questi rendono le lettere più distinguibili (Rubinstein 1988).

La *legibility* di un testo sembra essere influenzata da un numero di differenti caratteristiche del font che sono spesso collegate tra loro (Kuster et al. 2017), ma anche da altri fattori come la lunghezza della riga del testo, la spaziatura (tra lettere, parole e

righe), il contrasto tra il font e lo sfondo ecc... (Paterson & Tinker 1940; Tinker & Paterson 1946). Come vedremo, la compresenza di questi elementi rende difficile, negli studi che testano la leggibilità dei vari font, isolarne le variabili d'interesse.

4 LA DISLESSIA EVOLUTIVA

Non si nasce lettori. Ci sono persone che avendo avuto opportunità di apprendere non imparano a leggere e altre che sono state dei lettori eccellenti per tutta la vita e ad un certo punto cadono in bicicletta, sbattono la testa e dal giorno dopo non leggono più; queste persone rappresentano due categorie diverse di disturbi. Nel secondo caso ci si riferisce alla dislessia acquisita, frequentemente riscontrata in pazienti con lesioni cerebrali acquisite, è stata scoperta per la prima volta nel 19° secolo da Joseph-Jules Dejerine (1881; 1892). Le indagini condotte negli ultimi decenni hanno notevolmente sviluppato la nostra comprensione di questo disturbo che comprende due categorie, periferiche e centrali (Lambon Ralph, & Graham 2000; Lambon Ralph, & Patterson 2005).

Le dislessie “periferiche”, attribuibili a disturbi dell'elaborazione delle parole come stimolo visivo (Cohen et al. (2003), sono causate da un danno funzionale a monte delle vie di lettura lessicale e sub-lessicale (Coltheart et al. 2001), e sono correlate a deficit nell'analisi visiva delle stringhe di lettere; tali menomazioni includono l'alexia pura (dislessia lettera per lettera), la dislessia attenzionale, la dislessia della posizione della lettera e la dislessia da neglect.

Le dislessie “centrali” sono caratterizzate da una dissociazione, nella prestazione di lettura, tra parole irregolari e non parole e sono associate a disfunzioni in ambiti del linguaggio come la semantica e la fonologia. Queste sono: la dislessia superficiale, la dislessia fonologica e la dislessia profonda (Ripamonti et al. 2014). Gli studi su questi disturbi acquisiti hanno permesso di comprendere i circuiti collegati alla lettura e le funzionalità caratteristiche della dislessia evolutiva (Cohen et al. 2016; Ptak, Di Pietro, & Schneider 2012; Dehaene 2009).

La dislessia evolutiva è un disturbo di origine neurobiologica (Consensus Conference, 2007; PARCC, 2011; Istituto Superiore di Sanità, 2011) ed è caratterizzata da difficoltà nel riconoscimento accurato e fluente di parole e da una difficoltà di decodifica che si può presentare lenta e/o scorretta. Questa situazione è inaspettata se messa in relazione alle abilità cognitive del soggetto e alle possibilità di apprendimento. Le persone con questo disturbo possono avere difficoltà ad accedere all'informazione scritta con conseguente riduzione del vocabolario e ridotto bagaglio di conoscenze. (International Dyslexia Association, 2018; Lyon, Shaywitz, & Shaywitz 2003; Peterson & Pennington 2015).

Il Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali (DSM-V; American Psychiatric Association, 2013) include la dislessia nei disturbi di apprendimento.

Si tratta di un disturbo dimensionale, come tutti i disturbi definiti da un punto di vista comportamentale, e corrisponde all'estremo inferiore di una distribuzione continua delle abilità di lettura che va da risultati ottimali a scarsi (Rodgers 1983; Shaywitz et al. 1992).

Si stima che circa il 15-20% dei bambini in età scolastica di lingua inglese abbia difficoltà a imparare a leggere (International Dyslexia Association (IDA), 2018; Lyon, Shaywitz, & Shaywitz 2003). Negli Stati Uniti la prevalenza del disturbo presenta stime variabili dal 5 al 17,5% (Interagency Committee on Learning Disabilities (1987); Shaywitz, Shaywitz, Fletcher, & Escobar 1990; Demonet JF, Taylor MJ, & Chaix Y 2004) e in Italia uno studio condotto a livello regionale in Friuli Venezia Giulia ha riportato una prevalenza pari al 3.1-3.2%; il medesimo studio ha rilevato che la dislessia non viene diagnosticata in due casi su tre (Barbiero et al. 2012), quindi attualmente ci sono molti bambini che presentano un disturbo di lettura e che non vengono diagnosticati.

Questa disabilità interferisce in modo significativo con l'apprendimento scolastico o con attività quotidiane che richiedono capacità di lettura; un bambino con dislessia legge mediamente in un anno lo stesso numero di parole che un normolettore legge in due giorni (Cunningham, Stanovich 1998). In questi casi, quando l'intervento messo in atto per risolvere il disturbo non è adeguato e tempestivo, può verificarsi la possibilità che questi ragazzi incorrano in fallimenti scolastici, abbandono della scuola, problemi d'ansia e depressione (Mugnaini et al. 2009; Willcutt & Pennington 2000; Nelson & Harwood 2011).

Ad oggi solitamente, per migliorare le prestazioni di lettura di questi ragazzi, vengono utilizzati programmi specifici di riabilitazione per esercitare e sviluppare le competenze di base per la lettura (es: abilità fonologiche, percezione uditiva).

Sebbene sia piuttosto efficace, la riabilitazione di queste competenze richiede molto tempo ed è difficile da attuare in contesti scolastici quotidiani, inoltre i miglioramenti ottenuti nelle competenze di base non sempre migliorano automaticamente la lettura (Habib, et al.1999; Agnew, Dorn, & Eden 2004).

Un secondo approccio che si sta utilizzando negli ultimi anni per facilitare la lettura dei ragazzi con dislessia è migliorare l'accessibilità ai testi scritti manipolando le proprietà fisiche della stampa, per esempio aumentando la spaziatura, ingrandendo

i font e utilizzando font costruiti appositamente, tuttavia sono poche le ricerche finora pubblicate che hanno dimostrato l'efficacia di queste modifiche al testo (Zorzi et al. 2012; Bachmann & Mengheri 2018).

Ci sono differenti posizioni riguardo all'eziologia della dislessia, alcune di queste sono ancora molto dibattute.

4.1 LE IPOTESI EZIOLOGICHE

4.1.1 LA TEORIA DELLA CONSAPEVOLEZZA FONOLOGICA

La consapevolezza fonologica è la capacità di discriminare e manipolare i suoni del parlato (Goswami & Bryant 1990; Mattingly 1972; Castles & Coltheart 2004); ad oggi è generalmente riconosciuto che la maggioranza delle persone con dislessia abbia una difficoltà in quest'ambito ed è condiviso che un'elaborazione fonologica compromessa sia il deficit principale nella dislessia (Hornickel & Kraus 2013; Gabrieli 2009; Goswami 2003);

Secondo quest'ipotesi un deficit di consapevolezza fonologica compromette la capacità di mappare i suoni del linguaggio alle lettere visive corrispondenti, impedendo il raggiungimento di una lettura fluente (Vellutino et al. 2004).

La capacità di manipolare i suoni linguistici è cruciale per la creazione e l'automatizzazione delle corrispondenze suono-lettera, che a sua volta è alla base di un riconoscimento delle parole accurato e fluente nel processo di codifica fonologica; i processi fonologici sono importanti non solo per l'apprendimento della lettura in ortografie trasparenti (in cui la parola scritta è costituita da fonemi o suoni individuali del parlato), ma anche nelle ortografie logografiche (in cui la parola scritta rappresenta il linguaggio a livello di morfemi o sillabe) (Perfetti et al. 1992).

L'ipotesi di una difficoltà fonologica alla base della dislessia è avvalorata dalle numerose ricerche che documentano la presenza frequente di un disturbo specifico di linguaggio nei bambini con dislessia (Bishop & Snowling 2004; Catts et al. 2005).

Quest'ipotesi, sebbene sia largamente condivisa, resta controversa a causa della relazione circolare tra abilità di lettura e acquisizione delle abilità fonologiche (Vidyasagar & Pammer 2010); la sensibilità fonologica infatti migliora anche come conseguenza dell'apprendimento della lettura, infatti i bambini a cui è stato insegnato esplicitamente il codice alfabetico hanno una consapevolezza fonologica migliore rispetto ai bambini che non hanno ricevuto quest'insegnamento (Ehri 1989; Mann & Wimmer 2002).

Inoltre alcuni casi di dislessia sono chiaramente non fonologici, gli errori commessi nelle parole irregolari e gli errori nelle pseudoparole non sempre corrispondono a deficit di consapevolezza fonologica (Castles & Coltheart 1993; 2004)

Infine, nessuno studio pubblicato ad oggi ha trovato un nesso causale tra consapevolezza fonologica e un disturbo della lettura (Gori & Facoett, 2015) e riabilitazioni specifiche con l'obiettivo di migliorare la consapevolezza fonologica non producono automaticamente una migliore competenza di lettura (Agnew, Dorn, & Eden 2004; Galuschka et al. 2014; Strong et al 2011).

Ci sono varie motivazioni quindi per dedurre che questa teoria non sia l'unica che spieghi il disturbo di lettura la cui eziologia è complessa e multifattoriale.

4.1.2 L'IPOTESI DEL PROCESSAMENTO Uditivo RAPIDO

Secondo quest'ipotesi il deficit fonologico manifestato nei dislessici potrebbe essere conseguenza di un deficit a livello del processamento uditivo; sembra infatti che le persone con dislessia manifestino una carenza nel processamento uditivo rapido, ovvero nella capacità di discriminare i suoni presentati rapidamente e per breve tempo (Tallal 1980; 2004).

Tallal & Percy (1973; 1975) hanno dimostrato che i bambini con un disturbo specifico del linguaggio manifestano una difficoltà nel giudicare l'ordine temporale di toni alti e bassi (*Temporal order judgements - TOJ*) presentati con intervallo interstimolo (ISI) lungo (400 ms) e corto (50 ms). In uno studio successivo Tallal (1980) ha rilevato una prestazione sotto la norma nei dislessici in condizioni di ISI corto e nella norma per gli stimoli presentati con ISI lungo. Da ciò ha ipotizzato la presenza di un deficit non-linguistico nella risoluzione temporale del cambiamento rapido di stimoli uditivi che renderebbe difficoltosa la percezione del parlato. Tale disordine, rendendo difficoltosa la rappresentazione corretta dei suoni del parlato, potrebbe causare ulteriori deficit per eventi acustici che rappresentano degli indizi per la percezione del contrasto fonemico, es: /ba/ vs /da/ (Bellocchi 2008).

Questa difficoltà di elaborazione temporale, nel sistema uditivo, di suoni all'interno di una sequenza veloce può direttamente tradursi nel tempo in una difficoltà di lettura (Benasich & Tallal 2002; Benasich et al. 2002) e potrebbe essere considerata una possibile base neuronale per la teoria fonologica (Choudhury et al. 2007; Benasich et al. 2014).

Tuttavia, sono stati condotti degli studi sui casi di dislessia sottoposti ad allenamento della percezione uditiva, per migliorare le competenze di lettura (Tallal 2000); questi hanno dimostrato che, come per la riabilitazione sulla consapevolezza fonologica, il miglioramento nella percezione uditiva non converge automaticamente verso un miglioramento nelle competenze di lettura (Agnew et al. 2004; Galuschka et al. 2014; Strong et al. 2011).

4.1.3 LA TEORIA MAGNOCELLULARE-DORSALE (M-D)

La teoria del deficit magnocellulare-dorsale sostiene che una disfunzione del processamento visivo motorio causato da una compromissione nello sviluppo dei sistemi transitori magnocellulari-dorsali sia collegata alla dislessia evolutiva (Gori et al. 2016; Stein 2018).

La via M-D origina nelle cellule gangliari della retina, passa attraverso gli strati M del nucleo genicolato laterale (LGN), e raggiunge le cortecce occipitali e parietali (Maunsell & Newsome 1987). Le magnocelle dominano inoltre la più dorsale delle due principali proiezioni in avanti dalla corteccia visiva, il "dorsale" occipito-parietale, il flusso del "dove", specializzato per la distribuzione dell'attenzione visiva e per il controllo visuomotorio; per questo motivo il sistema viene chiamato magnocellulare dorsale (M-D) (Ungerleider & Mishkin 1982).

Sulla base di numerose ricerche, si considera che la via M-D risponda ottimamente alle differenze di contrasto, alle basse frequenze spaziali, alle alte frequenze temporali ed al movimento e che sia cieca ai colori (Livingstone & Hubel 1987; Morrone et al. 2000; Gori & Yazdanbakhsh 2008; Ruzzoli et al. 2011; Gori et al. 2014; Agrillo et al. 2015); è quindi un insieme di aree cerebrali che permettono la percezione del movimento e la giusta localizzazione degli oggetti nello spazio e, se danneggiate portano ad un più lento e meno accurato sviluppo dell'attenzione visiva (Stein 2018).

Il sistema M-D contribuisce sia al rapido riconoscimento delle lettere, concentrando rapidamente l'attenzione sulla lettera da identificare sia al loro sequenziamento, registrando l'ampiezza e l'ordine degli spostamenti dell'attenzione e dei movimenti oculari fatti durante la visione di ogni parola (Vidyasagar & Pammer 2010); gioca quindi un ruolo centrale nel controllo dell'attenzione per la lettura (Stein 2018).

Questa via è danneggiata in individui con dislessia mentre l'altra via parallela del sistema visivo, la via parvocellulare-ventrale (P-V), è normalmente intatta. La via (P-

V) è caratterizzata da una risoluzione temporale più bassa e da una superiore sensibilità alle alte frequenze spaziali, è anche sensibile alle differenze di colore (Livingstone et al. 1991; Stein & Walsh 1997; Boden & Giaschi 2007; Stein 2014).

Studi post-mortem hanno dimostrato che i neuroni magnocellulari del nucleo genicolato laterale (LGN) sono significativamente più piccoli in persone con dislessia rispetto ai normolettori, mentre la dimensione dei neuroni parvocellulari non differisce (Livingstone 1991). La conferma di questo è avvenuta più di recente da uno studio di Giraldo-Chica, Hegarty, & Schneider (2015) che, con l'utilizzo dell'imaging a risonanza magnetica (*Magnetic Resonance Imaging, MRI*) ha evidenziato un volume del nucleo genicolato laterale più piccolo in un ampio campione di soggetti con dislessia rispetto ai controlli; altre ricerche che hanno utilizzato le neuroimmagini hanno dimostrato anomalie funzionali del cervello nelle aree relative alla via M-D in persone con dislessia a dimostrazione del loro contributo sulla lettura (per revisioni vedi Richlan et al. 2009; Richlan 2012).

Recentemente Gori, Cecchini et al. (2014) hanno rilevato, in bambini con dislessia, prestazioni inferiori in prove che utilizzavano illusioni visive che si basano sulla via M-D.

Le evidenze comportamentali che dimostrano la relazione tra dislessia e deficit della via M-D derivano spesso da ricerche sulla percezione della coerenza di movimento dei punti (*coherent dot motion* – CDM) (per revisioni Stein 2001; 2014), compito che si basa sul processamento effettuato all'interno della via M-D (Newsome & Paré 1988). Queste ricerche (Eden et al. 1996; Boets et al. 2011) hanno dimostrato che bambini con dislessia e bambini ancora in età precedente all'apprendimento della lettura (*pre-readers*), ma a rischio di dislessia, mostrano una scarsa performance se confrontati con i normolettori, mentre le prestazioni sono simili in compiti associati alla via parvocellulare-ventrale.

L'importante mole di ricerche presenti, alcune delle quali appena citate e che dimostra l'implicazione del sistema M-D nella dislessia non ne chiarisce in realtà la relazione causale. Non dimostra che il deficit M-D sia veramente la causa della dislessia e non una conseguenza dovuta alla minore esperienza di lettura (Olulade, Napoliello, & Eden 2013; Goswami 2015).

Gori et al. (2016) affermano di aver dato una risposta a questo dubbio con quattro esperimenti dell'importante ricerca pubblicata recentemente. Nei primi due esperimenti hanno utilizzato compiti CDM e hanno dimostrato (esperimento 1) che la

percezione del movimento era danneggiata in bambini con dislessia sia rispetto ai normolettori equiparati per età, sia rispetto a normolettori più giovani equiparati per livello di lettura (*gruppo reading-level*); inoltre (esperimento 2) che i bambini *pre-readers* e futuri lettori con difficoltà di lettura (*poor readers*) dimostravano un ridotto beneficio dall'aumento del livello di coerenza nel movimento dei punti rispetto ai futuri normolettori.

Questi due esperimenti hanno, da un lato, fornito un'evidenza a favore della direzione causale del deficit M-D sulla dislessia, dal momento che il gruppo *reading level* presentava la stessa esperienza di lettura del gruppo con dislessia, dall'altro hanno fornito dati a sostegno del fatto che il funzionamento del sistema M-D possa predire le future competenze di lettura, indipendentemente dalla consapevolezza fonologica (Pennington 2006).

Nel terzo e nel quarto esperimento, utilizzando una riabilitazione del sistema M-D mirata al miglioramento delle capacità di percezione del movimento, che non coinvolgeva direttamente le abilità fonologiche e uditive, hanno migliorato drasticamente le competenze di lettura di bambini e adulti.

Gli autori inoltre dopo il trattamento hanno rilevato un significativo miglioramento delle abilità uditivo-fonologiche a dimostrazione del fatto che il sistema M-D possa influenzare anche queste competenze.

La ricerca riguardante il ruolo del deficit M-D nella dislessia è importante perché, questo disturbo, se identificato precocemente, permetterebbe a sua volta di riconoscere e trattare precocemente i casi di dislessia (Gori et al. 2016).

4.1.4 LA TEORIA DEL DEFICIT ATTENZIONALE

L'orientamento dell'attenzione migliora la percezione visiva intensificando il segnale all'interno del focus dell'attenzione e diminuendo l'effetto del rumore al di fuori. Migliora la percezione in numerosi compiti visivi tra cui la ricerca seriale e la sensibilità al contrasto (vedi per delle revisioni Bellocchi et al. 2013 e Reynolds & Heeger 2009). È il risultato del meccanismo di agganciamento sull'oggetto rilevante e il successivo sganciamento dall'oggetto precedente verso l'oggetto seguente (Gori e Facoetti 2015). Deve essere particolarmente rapido e accurato nella lettura durante il *processing* ortografico quando le stringhe di lettere vengono segmentate nei loro costituenti grafemici prima di essere assemblate fonologicamente (Perry et al. 2007;

Whitney & Cornelissen 2005), in questo caso, gli oggetti rilevanti sono costituiti dalle lettere o dai grafemi che devono essere mappati ai corrispondenti suoni del linguaggio.

È dimostrato che le persone con dislessia abbiano un ritardo nello spostamento dell'attenzione (Hari & Renvall 2001) che può aver un effetto dannoso sulla segmentazione della stringa di lettere nei suoi costituenti (Facoetti, Trussardi, & Ruffino 2010).

Un deficit nell'orientamento dell'attenzione nelle persone con dislessia è stato rilevato in maniera sistematica nei dislessici (vedi per una revisione Vidyasagar & Pammer 2010) e in particolare nelle persone con dislessia e con difficoltà di decodifica fonologica (Facoetti et al. 2006; Ruffino et al 2014); Facoetti et al. (2010) hanno dimostrato che bambini con familiarità per dislessia presentavano un deficit nell'attenzione visuo-spaziale e nella segmentazione sillabica già prima dell'acquisizione della lettura.

Numerosi studi hanno dimostrato una carenza nell'attivazione delle aree circostanti il sistema attenzionale frontoparietale bilaterale e frontoparietale destro durante i compiti di decodifica fonologica nei dislessici (vedi per delle revisioni Eden e Zeffiro 1998).

Il deficit nell'orientamento dell'attenzione potrebbe essere responsabile dell'effetto *crowding* che si verifica tra le lettere durante la lettura (Bouma & Legein 1977).

I deficit attenzionali rilevati nei dislessici sono stati considerati per lungo tempo l'effetto piuttosto che la causa del disturbo di lettura (Goswami 2003); in seguito Goswami stesso (2015) ha ipotizzato che potrebbero essere gli effetti di una ridotta esperienza di lettura sul cervello dislessico.

Franceschini et al. (2012) in uno studio longitudinale durato tre anni hanno messo in discussione queste affermazioni dimostrando che l'orientamento dell'attenzione visiva è collegato in maniera causale con le successive difficoltà di lettura, e che potrebbe essere un importante predittore delle future competenze di lettura dei bambini. Dalla ricerca è emerso che i bambini che in prima classe avevano difficoltà di lettura, quando erano dei prelettori (*prereaders*) presentavano difficoltà di discriminazione visiva e nella ricerca visiva seriale. Le prove dei futuri *poor readers* presentavano un numero di errori doppio nei compiti di ricerca visiva seriale rispetto ai normolettori, a dimostrazione di un indebolimento nell'attenzione visiva spaziale selettiva precedente all'acquisizione della lettura.

Gori & Facoetti (2014) hanno proposto che il deficit neurale centrale sottostante la dislessia risieda in un meccanismo attenzionale multimodale che coinvolge la percezione uditiva e visiva e che media un efficiente legame ortografico-fonologico; alcuni studi hanno dimostrato infatti che l'orientamento dell'attenzione uditiva e visiva nei dislessici possa essere migliorato grazie ad una riabilitazione con specifici programmi di riabilitazione (Facoetti et al. 2003; Geiger, Lettvin & Fahle 1994).

In uno studio di Franceschini et al. (2013) i bambini sottoposti a una riabilitazione dell'attenzione di 12 ore con l'utilizzo di *action video game* specifici hanno migliorato in maniera significativa la velocità di lettura del testo e la codifica fonologica delle non parole, senza alcun costo per l'accuratezza. Il miglioramento era superiore a quello rilevato solitamente in un anno di sviluppo o a seguito di riabilitazioni molto più impegnative. Il training ha prodotto un miglioramento anche nelle competenze di attenzione spaziale e temporale e queste erano correlate al miglioramento nella lettura.

La proposta che un deficit attenzionale possa essere la base della dislessia evolutiva è stata fatta per la prima volta da Vidyasagar (1999). Il deficit della parte dorsale della via magnocellulare potrebbe influenzare gli stadi del processamento visivo, in base a questo, le difficoltà di lettura possono essere dovute ad un danno al sistema dell'orientamento dell'attenzione contenuto anatomicamente nella parte dorsale (-D) (Vidyasagar & Pammer 2010). Secondo Vidyasagar & Pammer (2010) sono proprio i meccanismi attenzionali controllati dalla via visiva dorsale che aiutano l'elaborazione seriale delle lettere; da questi derivano effetti a cascata, tra cui i danni all'elaborazione visiva dei grafemi, la loro traduzione nei fonemi corrispondenti e lo sviluppo della consapevolezza fonemica.

Il danno al sistema M-D potrebbe essere il possibile substrato neurobiologico responsabile del deficit attenzionale e spaziale rilevato nei dislessici (Gori e Facoetti 2015).

Le teorie descritte supportano l'idea che la dislessia sia un disturbo multifattoriale caratterizzato da varie disabilità che, in combinazione, portano al risultante deficit di lettura (Menghini et al. 2010). Sembra quindi chiaro che la ricerca di un unico deficit sia inadeguata a spiegare questo complesso disordine dello sviluppo (Pennington 2006).

5 VARIABILI TIPOGRAFICHE E DISLESSIA (UNA RASSEGNA)

In questo capitolo descriverò le ricerche che hanno studiato l'effetto di varie modifiche tipografiche sulla prestazione di lettura in persone con dislessia. Non sono inclusi in questa rassegna gli studi sulla spaziatura, che esporrò nel paragrafo “5.2 Effetto *crowding* e dislessia evolutiva”.

5.1 LA GRANDEZZA DELLE LETTERE

Vari studi riassunti da Legge (2007) hanno rilevato l'esistenza di una "grandezza critica di stampa" (*critical print size*) corrispondente alla massima velocità di lettura (Fig. 5.1); al di sotto di questo limite la lettura inizia a declinare.

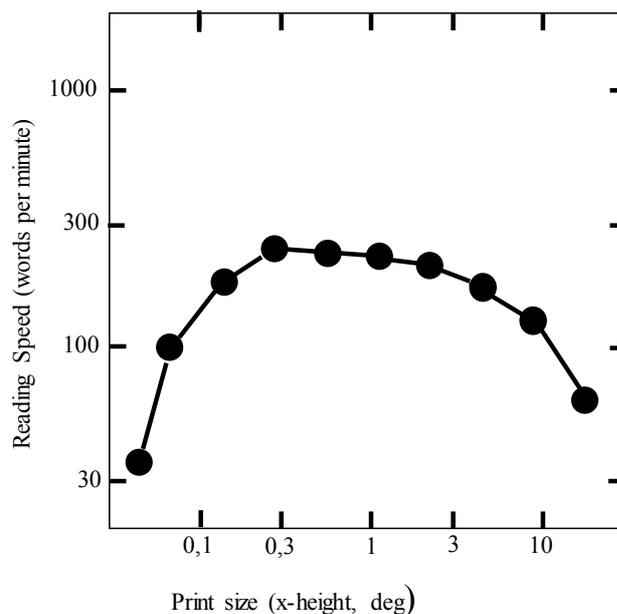


Fig. 5.1. Velocità di lettura vs grandezza di stampa. I valori in ascissa e relativi alle grandezze sono espressi su scala logaritmica. Dati ricavati dall'esperimento di Legge et al. (1985).

La curva che descrive l'andamento della velocità di lettura in funzione della grandezza angolare delle lettere (su scala logaritmica) mostra una ripida ascesa per le lettere più piccole, un ampio plateau intermedio centrato su una grandezza inferiore a 1 grado di angolo visivo, e un declino graduale per le lettere più grandi. La dimensione della *critical print size* dipende dalla tipologia del font, dal metodo utilizzato per la

misurazione del punto critico e della velocità; si trova tra 0,15° e 0,3° di angolo visivo (Mansfield et al. 1996) e vale per tutti i tipi di presentazione visiva, seriale centrale, periferica, statica e rapida. Questo risultato basilare è ben consolidato ma ad oggi non ha una spiegazione.

La *critical print size* diminuisce in base all'età, al livello scolastico e all'abilità di lettura del bambino (Hughes & Wilkins 2002).

O'Brien, Mansfield & Legge (2005) hanno studiato l'effetto della grandezza del font sulla lettura dei bambini con dislessia (età variabile tra i 6,3 e i 10,4 anni) ed hanno rilevato che i bambini dislessici hanno bisogno di lettere di dimensioni maggiori del 32% rispetto ai normolettori della stessa età per raggiungere la loro massima velocità di lettura.

Martelli, Di Filippo, Spinelli & Zoccolotti (2009) hanno misurato, in dislessici e normolettori, la velocità di lettura di parole lunghe in funzione della grandezza della stampa sottolineando che aumentando questa, oltre ad aumentare la grandezza del carattere, aumenta anche la spaziatura tra le lettere coinvolgendo quindi anche l'effetto del *crowding* (Pelli et al. 2007). I risultati hanno dimostrato che nel gruppo dei lettori con dislessia la velocità di lettura aumentava con l'aumentare della grandezza, fino ad una velocità massima e la dimensione della *critical print size* (definita come la grandezza necessaria per raggiungere la massima velocità di lettura) per i dislessici era maggiore rispetto ai normolettori, i dislessici avevano bisogno di lettere di dimensioni maggiori per raggiungere la loro velocità massima. Tuttavia, la velocità massima di lettura del gruppo dei dislessici rimaneva comunque più lenta dei normolettori. Gli autori, considerata questa differenza, concludono affermando che un *crowding* anomalo non è l'unico fattore responsabile del deficit di lettura.

Katzir, Hershko e Halamish (2013) hanno valutato gli effetti della dimensione del font, della lunghezza della riga e dell'interlinea sulla comprensione della lettura di bambini normolettori di seconda e quarta classe e hanno ottenuto risultati diversi per i due gruppi. L'apparato sperimentale era lo stesso per entrambe le età e consisteva nella somministrazione ad ogni partecipante di quattro testi diversi: un testo di lettura standard (dimensione del font: 20 punti; lunghezza della riga: 4,2 pollici (106,68 cm); interlinea doppia) e altri tre modificati rispettivamente per dimensione del font, diminuito del 20%, dimensione dell'interlinea, diminuita del 20%, e la lunghezza della riga, aumentata del 20%. L'assegnazione di ogni testo ad ognuna delle 4 dimensioni da modificare, così come l'ordine di presentazione, è stato controbilanciato tra i

partecipanti. La difficoltà del testo era diversa per le due fasce di età dei ragazzi. Dopo la lettura di ogni testo i bambini hanno eseguito una prova di comprensione a risposta multipla. I risultati hanno rilevato che i bambini di seconda classe peggioravano la comprensione del testo quando la dimensione del font era minore o quando la riga era più lunga. I bambini di quinta classe invece leggevano meglio con il font più piccolo e non hanno modificato la loro prestazione con le righe più lunghe. La modifica dell'interlinea in entrambi i casi non ha avuto effetto.

Katzir, Hershko & Halamish (2013) suggeriscono che manipolare il testo e renderlo più difficile da leggere ha differenti effetti alle varie età; rende difficile la comprensione da parte dei bambini all'inizio della scolarizzazione, mentre porta un beneficio ai bambini più grandi.

5.2 LA LUNGHEZZA DELLE RIGHE

Schneps et al. (2013) hanno dimostrato che i testi visualizzati su dispositivi palmari (iPod, iPad) sono stati letti più velocemente dai dislessici quando le righe di testo erano molto brevi in termini di numero di caratteri, 16-18 caratteri per riga.

Gli autori hanno condotto due ricerche relative all'influenza dei dispositivi elettronici come iPad e iPod sulle prestazioni di lettura delle persone con dislessia. Nella prima hanno valutato l'effetto che può avere tenere in mano il dispositivo piuttosto che non tenerlo (mano/non mano); hanno confrontato l'utilizzo di un dispositivo di piccole dimensioni rispetto ad un dispositivo di grandi dimensioni (condizione PAD/POD); infine hanno analizzato l'influenza della spaziatura tra le lettere (normale/spaziata).

Obiettivo principale dello studio era indagare se e come le differenze nelle tecnologie e nella configurazione degli *e-reader* (lettori elettronici) possano influire sulla lettura delle persone con dislessia. Hanno coinvolto 27 studenti con difficoltà di lettura. Il materiale somministrato era composto da 16 brani estratti a caso da libri di saggistica adatti all'età dei ragazzi composti ognuno da 208 parole. Tutti i testi sono stati impostati con un font Georgia dimensione 32 punti, giustificati a sinistra. Per ogni dispositivo PAD/POD è stata creata una versione normale/spaziata. Il testo nella condizione POD è stato impostato per adattarsi allo schermo di un Apple iPod touch in modalità verticale (5×67,5 cm), mentre il testo per la condizione PAD era impostato per adattarsi ad un Apple iPad in modalità orizzontale (19,7×14,8 cm).

Usando questa formattazione, il testo di 208 parole era contenuto in una singola pagina dell'Ipod e in 12 pagine dell'Ipad.

La condizione di testo spaziato è stata ottenuta aumentando del 29% la spaziatura tra i caratteri; le interruzioni di riga sono state inserite manualmente in modo da mantenere costante il numero di parole per riga tra le due condizioni.

Un tecnico ha fatto scorrere manualmente le pagine al segnale ricevuto una volta che il partecipante terminava la lettura; la posizione delle mani dei partecipanti era controllata come una condizione dell'esperimento (mano/non mano). Nella condizione "mano" i partecipanti tenevano il dispositivo con entrambe le mani, nella condizione "non mano" tenevano in mano una palla da tennis; in entrambi i casi il dispositivo era agganciato ad un supporto.

I movimenti oculari sono stati registrati tramite un dispositivo *eye-tracking*.

L'efficienza di lettura è stata valutata tramite la velocità (parole/minuto), il numero di fissazioni oculari, il numero di movimenti oculari inefficaci e la comprensione della lettura (misurata in numero di dettagli del testo rievocato, codificato tramite una scala a quattro punti); i partecipanti hanno eseguito anche un compito di attenzione visiva in cui dovevano identificare correttamente un numero di lettere visualizzate su uno schermo.

I risultati hanno riportato un vantaggio della condizione spaziata sulla comprensione del testo in particolare per i lettori con dislessia e con prestazioni di lettura peggiori; la loro prestazione con il testo spaziato era equiparabile a quella dei più abili (97,7% condizione spaziata vs condizione normale 85,4%).

Nella condizione spaziata inoltre, tutti gli studenti hanno compiuto un numero maggiore di fissazioni a dimostrazione di uno svantaggio relativo alle dinamiche oculomotorie e non è emersa una maggiore velocità. Schneps et al. (2013) sottolineano la mancanza di beneficio a favore della prestazione di lettura nella condizione spaziata come invece avevano riscontrato Zorzi et al. (2012) e attribuiscono la differenza dei risultati alla diversa spaziatura introdotta nei due studi e alla diversa distribuzione del testo che in Zorzi et al. (2012) era giustificato a sinistra con una conseguente variazione degli spazi nella riga.

L'impostazione del testo giustificato ha comportato spazi di dimensione diversa tra le parole e, secondo Schneps et al. (2013), ha introdotto un'importante variabile confondente per gli effetti che modulano le dinamiche oculomotorie.

La condizione POD ha favorito la lettura che è stata del 27% più veloce rispetto alla condizione PAD, senza andare a scapito della comprensione del testo; inoltre, la condizione POD ha prodotto il 40% in meno di errori relativi alle fissazioni oculari (tracking errors) rispetto alla condizione PAD. Gli autori hanno attribuito i benefici della condizione POD al numero medio di parole per riga [una media di 12,7 caratteri (2,19 parole) rispetto ai 67 caratteri (11,6 parole) dell'Ipod].

Righe più corte quindi hanno diminuito il tempo di lettura e diminuito gli errori relativi alle saccadi oculari.

Uno studio condotto molti anni prima da Paterson & Tinker (1940), utilizzando la misurazione tramite eye-tracking, ha rilevato che il beneficio delle righe più corte diminuiva quando la lunghezza della riga scendeva sotto una misura intermedia ideale. Al confronto tra tre diverse lunghezze composte da 23, 10 e 4 parole per riga, la lettura si è dimostrata più efficiente con la lunghezza intermedia e peggiorava con le righe più corte. Schneps et al. (2013) attribuiscono la differenza tra i risultati di questi due studi (nella loro ricerca una media di 2,9 parole per riga aveva portato ad un beneficio) alla differenza tra i partecipanti. L'effetto del miglioramento potrebbe essere dovuto alla presenza della dislessia.

Infine lo studio di Schneps et al. (2013) ha riscontrato che i partecipanti con un punteggio inferiore al compito di attenzione visiva erano più abili a regolare i loro movimenti oculomotori se tenevano in mano il dispositivo, per i partecipanti con punteggi più alti è emerso il risultato opposto.

In un altro studio Schneps et al. (2013) hanno confrontato la lettura effettuata su carta con quella sul piccolo dispositivo *e-reader* (ipod) ed hanno valutato comprensione del testo e velocità su 103 studenti con dislessia. I risultati hanno dimostrato che, con l'utilizzo dell'ipod, i partecipanti con un intervallo di attenzione visiva inferiore (*visual attention span*) riuscivano a comprendere meglio il testo e che quelli con difficoltà di codifica fonologica aumentavano la velocità di lettura.

5.3 I FONT *DYSLEXIA FRIENDLY* (UNA RASSEGNA)

Esistono una serie di raccomandazioni sull'utilizzo dei font più adatti alle persone con dislessia e negli ultimi anni sono stati disegnati ad hoc alcuni font, proprio per facilitare l'accesso al materiale scritto da parte di queste persone.

La maggior parte delle raccomandazioni proviene da associazioni per persone con dislessia. La British Dyslexia Association (BDA) (<http://bdatech.org/what->

technology/typefaces-for-dyslexia/) raccomanda l'uso di caratteri senza grazie quali Arial, Comic Sans o, come alternativa a questi, Verdana, Tahoma, Century Gothic, Calibri e Trebuchet; tuttavia in letteratura sono molto scarse le ricerche che dimostrano l'efficacia di tali font. Rello & Baeza-Yates (2013) hanno rilevato miglioramenti nella lettura con font senza grazie e con font quali Helvetica, Courier, Arial, Verdana e CMU, piuttosto che quelli consigliati da BDA. Evett & Brown (2005) raccomandano, dopo averli messi a confronto, i font Arial e Comic Sans sia per le persone con dislessia che per le persone con difficoltà visive. Lockley (2002) raccomanda di evitare l'italico e i "font fantasia" (Rello and Baeza-Yates 2013).

Sul sito della BDA si trovano font gratuiti appositamente creati per persone con dislessia: Lexia Readable, OpenDyslexic (Gonzales 2014; www.opendyslexic.org), Dyslexie font (Boer 2018); font acquistabili: Sylexiad® per adulti (Hillier, 2008), Sasson® per bambini (www.sassoonfont.co.uk), font solo pubblicati, ma non disponibili per l'acquisto: Read Regular® (French, 2003) e Barrington Stoke (www.barringtonstoke.co.uk).

In Italia la casa editrice Angolo Manzoni ha pubblicato EasyReading® (www.easyreading.it); la casa editrice Biancoenero ha pubblicato il font Biancoenero® e produce, utilizzando questo font, libri di narrativa per ragazzi, oltre a collaborare con altre case editrici rivolte ai ragazzi con e senza difficoltà di lettura.

Questi font sono stati creati con l'obiettivo di aumentare la leggibilità del testo scritto, in particolare per persone con dislessia o con difficoltà di lettura. Solitamente, rispetto ai font tradizionali, hanno in comune una maggiore differenza tra le lettere visivamente simili, per evitare lo scambio percettivo, e una maggiore spaziatura per contrastare l'effetto *crowding*, che penalizza la lettura delle persone con dislessia (Martelli et al. 2009); nel progettare font *dyslexia friendly* i grafici sono intervenuti quindi sia nel disegno delle lettere sia a livello di configurazione del testo.

Riporto di seguito, con le descrizioni presenti sui relativi siti, i font la cui efficacia è stata valutata finora da ricerche scientifiche e, per ognuno, ne descrivo gli studi.

5.3.1 OPENDYSLEXIC

OpenDyslexic è un font progettato nel 2012 che può essere utilizzato per la visualizzazione di alcuni siti web tra cui Wikipedia.

Anche questo font è caratterizzato da un fondo delle lettere più pesante che evita, secondo gli autori, di ruotare erroneamente le lettere; la spaziatura è più ampia e le

lettere presentano una forma “univoca” per evitare di essere confuse (www.opendyslexic.org).

OpenDyslexic **Esempio di testo in OpenDyslexic**
abcdefghijklmnopqrstuvwxy

Rello e Baeza-Yates (2013) hanno pubblicato uno studio che ha misurato, tramite l'uso dell'*eye-tracking*, l'impatto del tipo di font sulla performance di lettura di 48 persone con dislessia, hanno chiesto inoltre alle persone le loro personali preferenze a riguardo.

Tra i font disponibili per le persone con dislessia quali Sylexiad (Hillier 2008), Dyslexie (de Leeuw 2010), Read Regular (<http://readregular.com/>), e Opendyslexic (<http://opendyslexic.org/>), tutti con in comune un'accentuata differenza tra le lettere rispetto ai font tradizionali, gli autori hanno scelto di studiare l'efficacia del font Opendyslexic perché si tratta dell'unico font *open source* e quindi libero, e che è stato integrato in vari strumenti. Hanno confrontato l'efficacia di questo font insieme ad altri undici. I font sono stati selezionati sulla base della popolarità e della frequenza con cui sono presenti sul Web.

Lo studio ha utilizzato 48 partecipanti con diagnosi di dislessia (età dagli 11 ai 50 anni) che hanno letto 12 diversi testi confrontabili tra loro per complessità scritti con i 12 diversi font. Sono state valutate la leggibilità, la comprensione del testo e la preferenza dei partecipanti.

Nel disegno sperimentale il tipo di font costituiva la variabile indipendente a 12 livelli tanti quanti erano i tipi di font valutati: Arial, Arial Italic, Computer Modern Unicode (CMU), Courier, Garamond, Helvetica, Myriad, OpenDyslexic, Opendyslexic Italic, Times, Times Italic e Verdana (Fig. 5.2).

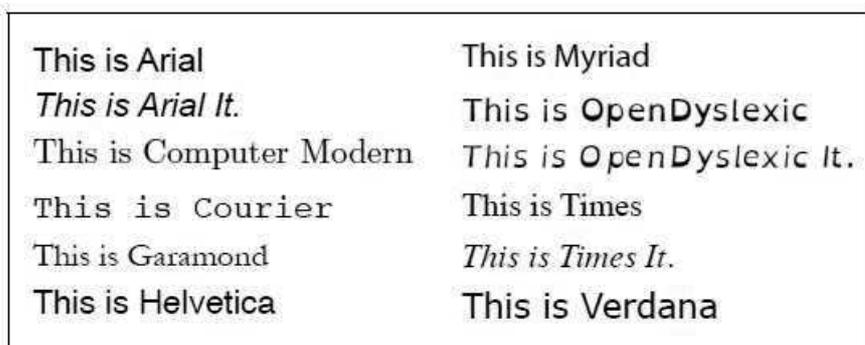


Fig. 5.2. I dodici font utilizzati nell'esperimento di Rello e Baeza-Yates (2013)

Gli autori hanno fatto in modo che i font coprissero le variazioni delle principali caratteristiche del font:

- Italic: è stato utilizzato come variabile indipendente con due valori. Italic, che corrisponde al carattere corsivo, e romano, in cui l'asse di ogni lettera è perpendicolare alla linea di base. Gli autori hanno studiato le versioni italiche di Arial, Opendyslexic e Times.
- Serif: è stato utilizzato come variabile indipendente con due valori. Con/senza grazie (serif/sans serif): presenza/assenza di abbellimenti delle lettere (eliminabili senza che le lettere perdano riconoscibilità). Sono stati testati tre font serif: CMU, Garamound, e Times, e quattro sans serif: Arial, Helvetica, Myriad e Verdana.
- Monospaziato: è stato utilizzato come variabile indipendente con due valori: monospaziato, in cui ogni lettera del font occupa la stessa quantità di spazio orizzontale; proporzionale, in cui gli spazi occupati dalle lettere sono variabili.

Per valutare la leggibilità gli autori hanno utilizzato due misurazioni indipendenti: il tempo di lettura impiegato per completare la lettura del testo e la durata della fissazione oculare, entrambe misurate con l'utilizzo di un eye-tracking. Il tempo di fissazione indica quanto tempo gli occhi si soffermano su un singolo posto del testo, è stata utilizzata la media della durata delle fissazioni. Secondo gli autori, in accordo con Hyönä e Olson (1995) e con Rayner e Duffy (1986), la durata del tempo di fissazione è un valido indicatore della leggibilità di un testo; fissazioni più brevi sono associate a miglior leggibilità, mentre fissazioni più lunghe possono indicare carichi di elaborazione maggiori.

Per controllare la comprensione del testo è stata utilizzata una domanda di comprensione con risposta a scelta multipla (una corretta e due errate). In aggiunta, gli autori hanno chiesto ai partecipanti di fornire la loro personale preferenza per ognuno dei 12 font utilizzando una scala Likert a cinque punti.

È stata usata la stessa disposizione per tutti i testi; sono stati giustificati a sinistra usando un carattere di dimensione 14 pt e l'ampiezza delle colonne non superava i 70 caratteri, come raccomandato dalla *British Association of Dyslexia* (<http://bdatech.org/what-technology/typefaces-for-dyslexia/>).

Durante la sessione sperimentale ogni partecipante ha eseguito i seguenti tre passaggi: 1) rispondere ad un questionario con domande riguardanti informazioni

demografiche 2) leggere i dodici testi in silenzio (la lettura veniva registrata con l'*eye-tracker*) e completare la domanda di comprensione del testo dopo la lettura di ogni testo, senza poter ricontrollare quanto letto 3) fornire la scala di preferenza.

Per analizzare i dati relativi al tipo di font sulla leggibilità gli autori hanno usato il test non parametrico di Friedman per misure ripetute e, per realizzare un confronto post hoc, il test di Wilcoxon per dati appaiati con la correzione di Bonferroni, per un aggiustamento del livello di significatività. Per studiare l'effetto delle variabili indipendenti di secondo livello, Italico, Serif e Monospaziato, è stato usato il test di Wilcoxon. Tempo di lettura e durata della fissazione hanno avuto una correlazione di Pearson di 0,67, $p < 0,001$.

Di seguito i risultati relativi alla variabile tipo di font.

Tempo di lettura: c'è stato un significativo effetto del tipo di font sul tempo di lettura ($X^2(11) = 31,55$, $p < 0,001$). I risultati ai post-hoc indicano che il font Arial Italico ha avuto tempi di lettura significativamente più lunghi rispetto ad Arial ($p = 0,011$), CMU ($p = 0,011$) e Helvetica ($p = 0,034$).

Durata della fissazione: c'è stato un significativo effetto del tipo di font sul tempo di lettura ($X^2(11) = 93,63$, $p < 0,001$). I risultati ai post hoc indicano che il font Courier ha avuto una durata media delle fissazioni significativamente più bassa rispetto ad Arial Italico ($p < 0,001$), CMU ($p < 0,001$), Garamound ($p < 0,001$), Times Italico ($p < 0,001$), OpenDyslexic Italico ($p < 0,001$) e Arial ($p < 0,046$).

Relativamente alle variabili Italico, Serif e Monospaziato, non sono emersi effetti significativi delle tre variabili rispetto ai tempi di lettura; sono emersi invece effetti significativi rispetto alla durata media della fissazione dei font italici rispetto ai font romani ($W = 8297,5$, $p = 0,040$; media font it = 0,27 sec; media font rom = 0,25 sec), dei font serif rispetto ai sans serif ($W = 10547,5$, $p = 0,008$, media serif = 0,26 sec; media sans serif = 0,24 sec) e dei font monospaziati rispetto ai font proporzionali ($W = 4251,5$, $p = 0,001$, media mono = 0,22 sec; media prop = 0,26 sec).

All'analisi dei dati relativa ai punteggi di preferenza, è emerso un effetto significativo del tipo di font ($W = 79,6119$, $p < 0,001$). Verdana è stato il font preferito rispetto ad Arial Italico ($p < 0,001$), OpenDyslexic ($p = 0,002$), OpenDyslexic Italico ($p = 0,004$) e Times Italico ($p = 0,041$). Helvetica è stato preferito a OpenDyslexic Italico ($p = 0,010$), OpenDyslexic ($p = 0,020$) e Arial Italico ($p < 0,031$). Arial è stato preferito ad Arial Italico ($p = 0,028$) e a OpenDyslexic italico ($p = 0,050$). Garamound è stato significativamente meno preferito rispetto a Verdana ($p = 0,008$), Times ($p =$

0,023), Arial ($p = 0,023$) e CMU ($p = 0,030$). I partecipanti quindi hanno preferito Verdana ed Helvetica rispetto agli altri font.

Gli autori concludono sottolineando che i risultati ottenuti sulla performance di lettura forniscono evidenza del fatto che il tipo di font abbia un impatto sulla leggibilità delle persone con dislessia. I font migliori risultano essere Helvetica, Courier, Arial, Verdana e CMU, tenendo in considerazione sia performance di lettura che preferenza soggettiva; inoltre, i font sans serif, in stile romano e monospaziati aumentano la performance di lettura mentre i font italici la diminuiscono, in particolare Arial italico andrebbe evitato. I risultati emersi quindi sono in linea con quanto raccomandato per le persone con dislessia (<https://www.nhs.uk/accessibilityhelp/index.html>).

I font OpenDyslexic e Opendyslexic Italico, disegnati specificatamente per le persone con dislessia, non hanno portato a tempi di lettura migliori. Inoltre i partecipanti dello studio hanno preferito a questi altri font come Verdana o Helvetica. Non emergono descrizioni in merito all'analisi relativa alle prove di comprensione.

Wery e Diliberto (2017) hanno testato l'efficacia del font Opendyslexic (Gonzalez 2012) rispetto ai font Arial e Times New Roman. Hanno partecipato alla ricerca 12 studenti con dislessia con età variabile dai 10 ai 12 anni. Gli autori hanno valutato velocità e accuratezza di lettura di ognuno dei partecipanti su tre compiti: 1) denominazione di lettere, composta da una lista di lettere maiuscole e minuscole ordinate a caso 2) lettura di parole, con parole foneticamente regolari di una o due sillabe 3) lettura di parole senza senso, composta da parole non reali create seguendo i pattern ortografici tipici delle parole. Ogni lista era suddivisa in tre colonne con righe divise da spaziatura doppia e stampate su normale carta bianca in ognuno dei tre font (Arial 12, OpenDyslexic 10, Times New Roman 12). La dimensione nominale del font variava in modo che i tre avessero la stessa grandezza fisica. Per ogni lista sono state create sette diverse sequenze ordinate in modo casuale. Ogni partecipante ha letto ognuna delle tre liste per un minuto, se il partecipante esitava per 4 secondi gli veniva chiesto di saltare l'item e di passare a quello successivo. Il ricercatore registrava le risposte date dai partecipanti. Le variabili di velocità e accuratezza erano espresse rispettivamente in numero di lettere/parole/parole senza senso lette in un minuto e in percentuale di correttezza. Per valutare l'efficacia del font OpenDyslexic, gli autori utilizzato una differenza in termini di miglioramento (*improvement rate difference - IRD*) tra il font OpenDyslexic (che hanno considerato come font trattamento), e i due font Arial e Times New Roman (che hanno considerato come condizione di base)

(Parker et al. 2009). Il punteggio dell'IRD (espresso in percentuale di miglioramento/peggioramento) risulta negativo quando il trattamento porta ad una prestazione inferiore alla condizione di base. Sono stati calcolati anche gli intervalli di confidenza, in modo da poter concludere che con una sicurezza del 95% che la reale differenza tra le due condizioni si colloca all'interno dell'intervallo calcolato.

In entrambi i parametri di rapidità e correttezza di lettura, Opendyslexic ha prodotto risultati negativi, gli esiti degli studenti sono diminuiti rispetto ad Arial e Times New Roman in tutti e tre i compiti di lettura. I risultati sono riassunti nelle Tabelle 5.1 e 5.2.

Tabella 5.1. Risultati rapidità (lettere/parole lette correttamente in un minuto)

Compito di lettura	Confronto	IRD ES (%)	95% Intervallo di confidenza
Denominazione di lettere	Arial vs OD	-49,65%	-63,33, -32,98
	TNR vs OD	-67,73%	-73,60, -46,17
Lettura di parole	Arial vs OD	-88,65%	-94,45, -77,57
	TNR vs OD	-82,81%	-90,01, -71,74
Lettura di parole senza senso	Arial vs OD	-69,70%	-79,90, -55,74
	TNR vs OD	-77,24%	-85,99, -64,10

OD OpenDyslexic, TNR Times New Roman

Tabella 5.2. Risultati correttezza (risposte corrette/totale)

Compito di lettura	Confronto	IRD ES (%)	95% Intervallo di confidenza
Denominazione di lettere	Arial vs OD	-68,18%	-78,64, -54,10
	TNR vs OD	-63,62%	-74,96, -48,66
Lettura di parole	Arial vs OD	-53,89%	-67,52, -36,70
	TNR vs OD	-73,53%	-83,38, -59,28
Lettura di parole senza senso	Arial vs OD	-67,19%	-78,28, -52,02
	TNR vs OD	-75,81%	-85,09, -61,90

OD OpenDyslexic, TNR Times New Roman

Non c'è quindi evidenza statistica che dimostri una reale efficacia del font OpenDyslexic sulla prestazione di lettura dei ragazzi con dislessia in termini di velocità e accuratezza.

Lo studio non ha dimostrato una differenza significativa tra l'uso di Times New Roman e Arial (*British Dyslexia Association*, n.d.).

5.3.2 DYSLEXIE

Dyslexie è stato inventato nel 2008 da un designer olandese Cristian Boer che ha progettato il font Dyslexie con l'obiettivo di facilitare la lettura da parte dei dislessici.

Boer ritiene che i caratteri tradizionali siano progettati esclusivamente con un criterio estetico, il che comporta che spesso le lettere abbiano tratti tra loro simili e vengono quindi scambiate, rispecchiate, cambiate, girate e fuse insieme, risentono in particolare di questo le persone con dislessia (www.dyslexiefont.com). Le caratteristiche principali di questo font sono: il fondo più pesante, le lettere in basso sono più grosse, il baricentro quindi è posto in basso, caratteristica che evita di ruotarle e accentua la linea di base; alcune lettere "gemelle" (es: "b" e "d") sono leggermente inclinate; le aperture delle lettere sono più ampie; le differenze tra loro somiglianti sono accentuate; le ascendenti e le discendenti sono più lunghe; le lettere maiuscole e la punteggiatura sono in grassetto per enfatizzare le interruzioni; le altezze tra alcune lettere simili (es: "w" e "v") variano; l'*x-height* è più alto, per dare l'impressione di maggior dimensione; la distanza tra le lettere e le parole è maggiore

Dyslexie è stato usato in molte scuole olandesi, e alcune case editrici olandesi lo utilizzano per la stampa dei libri; dal 2011 anche in Australia si è iniziato a stampare i libri con questo font.



Esempio di testo in Dyslexie
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

L'efficacia del font Dyslexie è stata inizialmente verificata da tre tesi di master olandesi non pubblicate e descritte nell'articolo di Marinus et al. (2016): de Leeuw (2010), de Brouwers (2012), Pijpker (2013).

De Leeuw (2010) è stato il primo a testare l'efficacia del font Dyslexie su ragazzi dislessici e normolettori. Ha messo a confronto Dyslexie con il font Arial ed ha valutato accuratezza e velocità di lettura di liste di parole e pseudoparole. L'unico dato a favore del font Dyslexie è stata un'accuratezza alla lettura di parole lievemente maggiore rispetto a quella ottenuta con Arial nei ragazzi con dislessia; la maggiore accuratezza è stata tuttavia accompagnata da un effetto soffitto, che spesso si trova nei

bambini olandesi, in entrambi i gruppi. Non è stata rilevata alcuna differenza per la lettura di pseudoparole. Il ricercatore conclude che i bambini avevano un atteggiamento più positivo nei confronti del carattere, tuttavia i dati ottenuti sono di difficile interpretazione perché non supportati da analisi statistiche adeguate e sembrano non giustificare l'utilizzo del font.

De Browsers (2012) e Kuster, Braams & Bosman (2012) hanno replicato il risultato di De Leeuw, non riportando alcun risultato in favore del font Dyslexie per la lettura di brano e di liste di parole isolate. Ossen (2012), diversamente, confrontando i font Arial e Dyslexie ha riportato una migliore performance di lettura (una differenza media di 31 sec) e più parole lette al minuto nella maggior parte dei bambini (31/39) con il font Dyslexie. I partecipanti di questo studio hanno potuto familiarizzare con il font prima dello studio.

Pijpker (2013), alla somministrazione di testi di varia complessità scritti in Arial e Dyslexie a bambini con e senza dislessia, ha rilevato un miglioramento in accuratezza alla lettura del font Dyslexie solo nel gruppo di bambini dislessici con prestazioni peggiori e solo utilizzando materiale con sfondo giallo. Nessuna differenza è emersa per velocità di lettura e nella lettura di materiale su sfondo bianco (Marinus et al. 2016).

Secondo Marinus et al. (2016) la risposta a questi risultati sta in come i ricercatori precedenti hanno confrontato i vari font. Questi infatti differiscono non solo per la forma delle lettere, ma anche per la loro dimensione, la spaziatura e la combinazione di spaziature tra le lettere e tra le parole. Non è chiara finora l'influenza di tutte queste variabili sui risultati ottenuti; è stato infatti più volte dimostrato che i bambini con dislessia hanno un beneficio dell'utilizzo di caratteri con dimensioni maggiori rispetto ai caratteri standard (Legge & Bigelow 2011; O'Brien, Mansfield, & Legge 2005; Perea, Panadero, Moret-Tatay, & Gómez 2012) e che, essendo sensibili all'effetto del *crowding*, beneficiano del testo con spaziature maggiori (Martelli, Di Filippo, Spinelli, & Zoccolotti 2009; Zorzi et al. 2012).

Marinus et al. (2016) hanno condotto uno studio per verificare se i bambini con difficoltà di lettura leggessero meglio i testi scritti con il font Dyslexie rispetto al font Arial, font senza grazie molto diffuso nella stampa. Il secondo obiettivo dello studio era determinare, nel caso dall'esperimento fosse emerso questo beneficio, i fattori che potrebbero essere alla base delle migliori prestazioni di lettura, nello specifico, se potessero dipendere dai parametri di spaziatura di questo font relativamente più ampi.

Gli autori hanno reclutato 39 bambini (età media: 116,5 mesi) con prestazioni di lettura sotto la media e hanno testato la decodifica dei partecipanti in 4 diverse condizioni di lettura (Fig. 5.3). Nella Condizione 1 i testi sono stati presentati con il font Dyslexie, nelle Condizioni 2-4 i testi sono stati presentati con il font Arial. Nello specifico, nella Condizione 2 il font Arial è stato presentato con la stessa dimensione del font Dyslexie, nella Condizione 3 i due font sono stati equiparati per spaziatura complessiva (le spaziature della Condizione 2, tra ed entro le parole, sono state aumentate di 1,5 punti (un punto corrisponde a 0,353 mm; Zorzi et al. 2012), nella Condizione 4 il testo in Arial è stato equiparato in media alle specifiche impostazioni di spaziatura del font Dyslexie, con una spaziatura relativamente ampia tra le parole (o relativamente più piccola all'interno delle parole). Le spaziature della Condizione 2 sono state aumentate di 1,3 punti tra le parole e di 1 punto tra le lettere all'interno della parola.

Il confronto tra le condizioni 1 e 2 permetteva di comprendere se il font Dyslexie fosse migliore di Arial una volta equiparati per dimensione delle lettere. Se Dyslexie fosse risultato più semplice da leggere, la prestazione di lettura dei bambini avrebbe dovuto essere più veloce alla Condizione 1 rispetto alla Condizione 2. Le Condizioni 3 e 4 sono state incluse per rispondere al secondo quesito dello studio, e cioè se la superiorità nella performance di lettura ottenuta con il font Dyslexie potesse dipendere dalle sue impostazioni di spaziatura. Se il font Dyslexie fosse risultato più semplice da leggere per merito della sua spaziatura complessivamente più ampia, le prestazioni di lettura non avrebbero dovuto differire tra le Condizioni 1 e 3. Tuttavia, se non fosse stata la spaziatura complessiva a creare un beneficio, ma la spaziatura relativamente ampia tra le parole (rispetto alla spaziatura all'interno delle parole), i bambini avrebbero dovuto leggere meglio nella Condizione 1 rispetto a in Condizione 3 e le prestazioni nelle Condizioni 1 e 4 non avrebbero dovuto essere diverse.

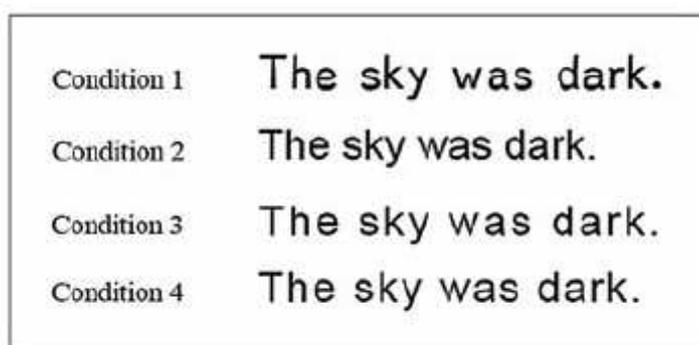


Fig. 5.3. Le 4 diverse Condizioni dei font utilizzate per lo studio di Marinus et al. (2016).

Gli autori hanno utilizzato 4 testi con un livello di difficoltà simile, ogni testo è stato scritto in tutte le quattro condizioni di font ed ogni partecipante ha letto tutti i quattro testi, ogni testo in una delle 4 condizioni, per evitare confusione tra testo e font. I testi sono stati presentati in diversi ordini (ABDC, BCAD, CDBA e DACB) per controllare un possibile effetto dell'ordine sulla prestazione e l'ordine delle condizioni variava tra i partecipati (1243, 2314, 3421 e 4132). Ne risultavano 16 (4x4) differenti combinazioni. Per esempio, se il partecipante 1 riceveva il codice A1B2D4C3, significava che avrebbe ricevuto i testi nell'ordine ABCD con il testo A nella Condizione 1, il testo B nella Condizione 2 ecc... La variabile dipendente era costituita dalle parole lette correttamente in un minuto.

I risultati ottenuti sono riportati nella Tabella 5.3.

Tabella 5.3. Valori di media e deviazione standard delle parole lette correttamente in un minuto per ognuna delle 4 condizioni del font

Condizioni del font	Parole lette in un minuto	
	M	DS
Dyslexie	75,74	37,17
Arial con spaziatura standard	70,44	34,65
Arial con spaziatura complessiva aumentata	71,77	36,62
Arial con spaziatura equiparata in media	73,64	38,99

Per l'analisi dei dati è stata utilizzata un'ANOVA a misure ripetute con la condizione font come variabile entro i soggetti a quattro livelli. L'effetto principale della condizione font è risultato significativo [$F(3,114)=3,59$, $p = 0,016$], indicando che i risultati per una o più condizioni differivano tra loro. Per testare le loro ipotesi specifiche relative alla differenza tra le condizioni gli autori hanno condotto tre confronti a coppie delle varie condizioni utilizzando un'ANOVA a misure ripetute. Dal primo confronto è emerso che Dyslexie (Condizione 1) è stato letto in maniera significativamente più veloce rispetto al font Arial (Condizione 2), con un miglioramento di 5,3 parole al minuto [$F(1,38) = 10,67$, $p < 0,01$]. Sebbene la differenza media delle parole lette al minuto era più piccola, Dyslexie (Condizione 1) è stato letto significativamente più veloce (un miglioramento di circa quattro parole al minuto) rispetto ad Arial nella condizione di spaziatura globale incrementata (Condizione 3) [$F(1,38) = 7,73$, $p < 0,01$]. Tuttavia l'efficienza di lettura al font Dyslexie (Condizione 1) e Arial equiparato per le specifiche impostazioni di spaziatura

entro e tra le parole (Condizione 4) non differiva significativamente (un miglioramento di circa 2,1 parole al minuto) [$F(1,38) = 1,30, p > 0,10$].

Gli autori quindi hanno dimostrato che i bambini con difficoltà di lettura hanno una lettura più fluente quando leggono un testo stampato in Dyslexie anziché in Arial, quando questo è equiparato per dimensione delle lettere, tuttavia quando l'impostazione della spaziatura di Arial è equiparata a quella di Dyslexie il vantaggio svanisce. I risultati dello studio sono in linea con l'osservazione per cui la prestazione di lettura di bambini con difficoltà di lettura viene penalizzata se le lettere e le parole vengono presentate nel testo una vicina all'altra (Zorzi et al. 2012). Infatti, dopo aver equiparato le impostazioni di spaziatura tra i due font, spariva il vantaggio a favore di Dyslexie. Quindi, secondo gli autori, un aumento della spaziatura migliora la velocità di lettura in bambini con difficoltà indipendentemente dal fatto che si utilizzi un font creato appositamente per lettori dislessici. Gli autori concludono che sembra essere lo specifico equilibrio di una spaziatura relativamente più ampia tra le parole rispetto a quella dentro le parole che risulta efficace (Marinus et al. 2016). Lo studio di Marinus et al. (2016) è stato il primo a testare il font Dyslexie in lingua inglese.

Kuster et al. (2017) hanno valutato l'efficacia del font Dyslexie in due esperimenti che mettevano a confronto Dyslexie con i font Arial e Times New Roman sulla lettura di bambini con dislessia e normolettori.

L'obiettivo principale dello studio era indagare se il font Dyslexie fosse d'aiuto ai bambini con dislessia; con il loro studio hanno cercato di rispondere a tre domande: 1) il font Dyslexie può portare ad una lettura più accurata e/o veloce? 2) i bambini hanno una preferenza per il font Dyslexie? 3) il font preferito è collegato alla performance di lettura?

Nel primo esperimento gli autori hanno messo a confronto i font Dyslexie e Arial, quest'ultimo raccomandato dalla *British Dyslexia Association*, testando 170 bambini dislessici olandesi di età compresa tra i 7 e i 12 anni nella lettura di brevi frasi con parole da una a quattro sillabe. Il font Dyslexie ha, rispetto ad Arial, maggiore spazio tra le righe e tra lettere, gli autori quindi hanno usato il font Arial con una *body size* di 13 e una spaziatura di 1,35 mm e il font Dyslexie con una *body size* di 12 e una spaziatura di 1 mm. Il campione di 170 partecipanti è stato assegnato in maniera randomizzata a due gruppi: un gruppo ha letto prima le frasi scritte con il font Arial e dopo due settimane quelle scritte con il font Dyslexie; il secondo gruppo ha ricevuto

l'ordine inverso. Al termine della seconda lettura sono stati mostrati ai partecipanti entrambi i testi ed è stato chiesto loro se preferivano uno dei due font.

Per l'analisi dei dati gli autori hanno utilizzato due ANOVA separate 2 (Ordine: Arial – Dyslexie vs Dyslexie – Arial) x 2 (Tempo: 1 vs 2), con l'età come covariata, sui punteggi di velocità e correttezza di lettura; il Tempo era un fattore entro i soggetti, l'Ordine un fattore tra i soggetti. Come atteso, l'effetto principale del Tempo si è dimostrato altamente significativo per la rapidità di lettura, al Tempo 2 i partecipanti hanno letto il testo più velocemente rispetto al Tempo 1 [$F(1,167) = 33,86, p < 0,0001$], il numero di errori invece non è diminuito significativamente. È risultato significativo l'effetto della covariata, come atteso i partecipanti più grandi hanno letto più velocemente [$F(1,167) = 92,36, p < 0,0001$] e hanno fatto meno errori [$F(1,167) = 34,55, p < 0,0001$]. L'effetto principale dell'Ordine non è risultato significativo rispetto a velocità o accuratezza. a velocità di lettura tra i due font non differiva in maniera significativa tra il Tempo 1 e il Tempo 2, entrambi $F's < 1$. L'analisi riguardante l'accuratezza ha riportato risultati simili e non significativi.

I partecipanti in genere hanno preferito il font Arial rispetto a Dyslexie e la preferenza dimostrata per entrambi i font non era in relazione con una lettura migliore.

Nel secondo esperimento gli autori hanno messo a confronto 102 bambini con dislessia (7-12 anni) e 45 normolettori (7-11 anni), frequentanti regolarmente la scuola primaria, sulla lettura di liste di parole scritte in font Dyslexie (D), Arial (A) e Times New Roman (T), quest'ultimo aggiunto perché molto usato per la scrittura dei libri. I partecipanti sono stati testati in tre diverse sessioni (Tempo 1, Tempo 2, Tempo 3) in cui hanno letto liste di singole parole scritte su tre carte di complessità crescente stampate nei tre font (Carta 1, Carta 2, Carta 3), con un intervallo di tempo tra le sessioni di due settimane. Il numero di parole lette correttamente in un minuto determinava il punteggio. Sono state usate tre diverse versioni delle carte in cui le parole venivano presentate in diverso ordine (A, B, C). Come nell'esperimento precedente, gli autori hanno tenuto conto della diversa dimensione dei font utilizzati e hanno corretto questa e le rispettive spaziature in modo questi fossero confrontabili per l'*x-height*.

Nelle tre diverse sessioni i partecipanti leggevano le carte in tutti e tre i font, al Tempo 1 leggevano le carte nella versione A, al Tempo 2 nella versione B, al Tempo 3 nella versione C. Dopo avere svolto le tre prove di lettura al partecipante veniva richiesta un'eventuale preferenza per uno dei tre font utilizzati.

Per l'analisi dei dati gli autori hanno utilizzato un'ANOVA a misure ripetute 2 (Gruppo: bambini con dislessia e bambini normolettori) x 3 (Ordine del font: ADT, TAD, DTA) x 3 (Tempo: 1 vs 2 VS 3) x 3 (Carta 1, Carta 2, Carta 3), con l'età come covariata, sul numero di parole lette correttamente in un minuto per ogni carta; Gruppo e Ordine del Font erano fattori tra soggetti, mentre Tempo e Carta erano fattori entro i soggetti.

Oltre all'effetto significativo della covariata [$F(1,140) = 113,4, p < 0,0001$] c'è stato un significativo effetto principale del Gruppo [$F(1,140) = 44,2, p < 0,0001$]: i bambini normolettori hanno avuto tempi di lettura più veloci su tutte e tre le carte. Anche l'effetto principale della Carta è risultato significativo [$F(2,280) = 27,5, p < 0,0001$]: le parole ortograficamente più complesse sono risultate più difficili da leggere rispetto alle parole più semplici. Né l'effetto principale dell'ordine del Font, né l'interazione tra l'ordine del Font e le altre variabili hanno raggiunto livelli di significatività, indicando che non c'era alcuna differenza rispetto alla facilità di lettura tra i diversi tipi di font.

Tabella 5.4. frequenze relative alle preferenze dimostrate dai partecipanti per i tre font

	Dyslexie	Arial	TNR	Nessuna preferenza
Dislessici 101	11	46	30	14
Normolettori 45	6	10	14	15

Relativamente alle preferenze dimostrate per i tre font, queste sono riassunte nella Tabella 5.4. Un test χ^2 ha dimostrato che un minor numero di partecipanti rispetto a quanto atteso ha dimostrato una preferenza per il font Dyslexie, così come un numero minore ha dimostrato una non preferenza, tuttavia un numero maggiore ha dimostrato una preferenza per Arial e Times New Roman [$\chi^2(3) = 23,92, p < 0,0001$]. La distribuzione delle preferenze, comunque, è significativamente diversa per bambini con e senza dislessia [$\chi^2(3) = 10,54, p < 0,15$]. Non emergono differenze di preferenza tra i due gruppi rispetto ai font Dyslexie e Times New Roman; nei dislessici, rispetto ai normolettori, sembra essere maggiore la quota di amanti di Arial a scapito della non preferenza.

Nei normolettori era prevedibile un buon numero di non preferenze, dal momento che questo non gruppo non fa fatica a leggere.

L'interazione tra Font e preferenza è risultata non significativa, ad indicare nessuna relazione tra il font preferito e la prestazione.

I risultati quindi non hanno rilevato alcun effetto del font sulle prestazioni di lettura (numero di parole lette correttamente in tre liste di parole avendo a disposizione un minuto di tempo per ogni lista) tra dislessici e normolettori, inoltre, nessuno dei due gruppi ha dimostrato una particolare preferenza per il font Dyslexie. Molti partecipanti hanno preferito Arial e Times New Roman rispetto a Dyslexie; inoltre, la preferenza non era in relazione con il numero di parole lette correttamente. I risultati degli esperimenti di Kuster et al. (2017) non supportano il fatto che il font Dyslexie possa facilitare la lettura di bambini con dislessia, tuttavia gli autori concludono dicendo che se i bambini trovano un beneficio soggettivo nell'usare questo font non c'è motivo di scoraggiarne l'uso.

Medesimo risultato dello studio di Kuster et al. (2017) era stato ottenuto da Pijpker (2013) nella sua tesi di master non pubblicata (Kuster et al. 2017).

Schulz (2016) sostiene che gli studi scientifici che hanno dimostrato finora l'efficacia dei font creati per persone con difficoltà di lettura, mancano di validità interna; gli studi non eliminano, secondo l'autore, la possibilità che qualcos'altro possa spiegare i risultati ottenuti. Basandosi sulla definizione di validità interna per cui un effetto osservato in uno studio è dovuto alle condizioni del test come funzione diretta del rigore metodologico (Mackenzie 2013), si domanda se altri fattori possono spiegare i risultati ottenuti dalle ricerche finora condotte. Per esempio, l'*x-height* è il fattore che maggiormente contribuisce all'impressione di altezza del font, il che significa che font con la stessa dimensione misurata in punti potrebbero non apparire né misurare allo stesso modo (es: Helvetica e Times); inoltre, cambiando lo spazio tra le lettere e tra le parole si modifica anche il numero di lettere presenti sulla riga; cambiando una caratteristica del testo possiamo influire su un'altra. In questo modo risulta difficile affermare quale font o impostazione usata faccia la differenza.

Schulz (2016) ha passato in rassegna alcuni studi che hanno testato l'efficacia di più font e ha fatto alcune osservazioni sul rigore metodologico con cui i font sono stati presentati ai partecipanti.

Hillier (2006; 2008), quando ha creato il font Sylexiad, l'ha confrontato con Arial, Times New Roman e Sasson Primary ed ha concluso che i lettori con dislessia preferiscono la spaziatura più ampia presente in Serif Sylexiad e Sylexiad Sans. Schulz (2016) osserva che gli autori non hanno impostato i due font di confronto con una

spaziatura più ampia per vedere la differenza. È il font Sylexiad che fa la differenza o la sua spaziatura?

De Leeuw (2010) ha confrontato i font Dyslexie e Arial ed ha dimostrato che usando Dyslexie le persone con dislessia facevano meno errori sulle vocali. I due font erano stati presentati con la stessa grandezza visiva (Dyslexie 12 pt, Arial 14 pt), tuttavia non viene detto nulla in merito ad un confronto della spaziatura che risulta più ampia nel font Dyslexie. Schulz (2016) osserva che anche in questo caso non è chiaro se gli effetti riportati sono dovuti alla spaziatura o al font.

Rello & Baeza-Yates (2013) hanno confrontato 12 font con l'utilizzo dell'eye-tracker; Schulz (2016) osserva che dai font utilizzati emerge una grande differenza in spaziatura delle lettere, x-height e interlinea; inoltre Arial è stato creato per essere molto simile ad Helvetica, mentre nello studio i due font hanno ottenuto punteggi molto diversi. Anche in questo caso sembra che ci sia di più del semplice font a creare le differenze.

Pijker's (2013) nella sua tesi di master, ha messo a confronto Dyslexie e Arial con e senza sfondo colorato ed ha misurato velocità e correttezza di lettura di bambini con e senza dislessia. I risultati, che dimostrano l'efficacia di dyslexie su sfondo colorato, non sono statisticamente significativi; in questo caso i risultati potrebbero essere dovuti al caso.

Comfort et al. (2014) hanno confrontato Arial e OpenDyslexic su quaranta studenti con e senza disturbi dell'apprendimento ed hanno valutato velocità e correttezza. I risultati mostrano che alcuni partecipanti affermano di preferire il font Dyslexie, tuttavia i valori ottenuti dalle prestazioni di lettura dicono altrimenti. Comfort et al (2014) mettono in dubbio che la lettura ad alta voce sia il modo migliore per testare l'efficacia dei font.

Tutti questi studi non hanno validità interna, quindi non forniscono solide evidenze scientifiche per affermare che i font creati per le persone con dislessia possano o meno essere utili.

Una via da seguire per misurare l'efficacia di un font potrebbe essere quella di guardare alle strategie che le persone con dislessia usano per far fronte ai problemi di lettura e vedere se questo può essere misurato; altrimenti eseguire test di confronto utilizzando la conoscenza della tipografia (Schulz et al. 2016).

5.3.3 EASYREADING®

EasyReading® è un font ibrido, presenta lettere con grazie e lettere senza grazie, bastoni essenziali, con dimensioni maggiori rispetto ai font tradizionali, ha una spaziatura maggiore tra le lettere, le parole e le righe. La parola non viene divisa nell'andare a capo, l'interruzione della riga segue il flusso naturale della lettura (www.easyreading.it; Bachmann 2013). Questo font recentemente ha ricevuto particolare attenzione dalla stampa che l'ha presentato come il primo font inventato per i dislessici, in realtà altri font sono stati inventati in precedenza.



Esempio di testo in EasyReading
abcdefghijklmnopqrstuvwxy

Bachmann & Mengheri (2018) e Bachmann (2013) hanno condotto in Italia uno studio che ha dimostrato l'efficacia del font EasyReading® rispetto al font TNR per la lettura di brano, liste di parole e non parole. Lo studio ha coinvolto 533 alunni della scuola primaria e secondaria di primo grado con un'età media di 9,5 anni (età media espressa in mesi 115 ± 4). Per identificare i casi di sospetta dislessia sono state utilizzate le prove di lettura di brano MT (Cornoldi & Colpo 1998) le liste di parole e non parole della batteria DDE-2 (Sartori, Job, & Tressoldi 2007) e le Matrici progressive di Raven CPM (Raven 1996); tutti i testi di lettura (testo, liste di parole e non parole) sono stati usati nella loro versione originale e in una versione modificata, appositamente preparata per lo studio, in cui il font TNR è stato sostituito con il font EasyReading®. Il numero di sillabe per riga, la veste grafica, la dimensione del carattere non variavano tra la presentazione in TNR e in EasyReading®; erano diverse le caratteristiche peculiari del font EasyReading®, ossia l'assenza di grazie, la misura dell'interlinea e la distanza tra le lettere.

Ogni bambino ha preso parte a tre sessioni sperimentali; nelle prime due sono state somministrate le prove di lettura, nella terza le Matrici di Raven. Le prove di lettura sono state somministrate in due diversi ordini; primo ordine: brano, parole e non parole scritti in TNR, brano, parole e non parole scritti in EasyReading®, CPM; secondo ordine: brano, parole e non parole scritti in EasyReading®, brano, parole e non parole scritti in TNR e CPM. Tutti i test sono stati somministrati individualmente.

Il campione è stato suddiviso in 4 quattro gruppi (Tab. 5.5), in base ai risultati ottenuti ai test somministrati nella versione originale in TNR.

Tabella 5.5. Divisione del campione in 4 gruppi in base ai punteggi ottenuti alle prove (Bachmann & Mengheri (2013) e Bachmann (2018))

Gruppo 0 (normolettori)	Gruppo 1 (difficoltà di lettura)	Gruppo 2 Dislessia	Gruppo 3 CPM sotto il 25°	Totale
426	27	54	26	533

Per l'analisi dei dati sono state calcolate medie e deviazioni standard sul totale e su ogni singolo gruppo. L'ordine di presentazione non è risultato essere significativo, quindi le analisi sono state eseguite senza tenerne conto.

Considerando i 54 bambini con dislessia (10,1% del totale) solo 27 (5,1% del totale) rientrava pienamente nel criterio del disturbo quando la valutazione è stata fatta usando EE (Tabella 5.6).

Tabella 5.6. Bambini rientranti nel range clinico di dislessia

Versione	Frequenza	Percentuale
Times New Roman	54	10,1%
EasyReading®	27	5,1%

Sono state confrontate le prestazioni dei partecipanti tra la versione originale in TNR e quella in EasyReading® per velocità di lettura (espressa in sillabe al secondo) e correttezza (espressa in numero medio di errori commessi). I risultati sono riassunti nelle Tabelle 5.7 e 5.8

Tabella 5.7. Velocità di lettura (sill/sec) alle prove di lettura (Bachmann & Mengheri (2013) e Bachmann (2018))

Compito di lettura	Times New Roman (media ± ds)	EasyReading® (media ± ds)
Brano ($t_{(531)} = -32,12, p < 0,001$)	3,50 ± 0,94	4,16 ± 1,09
Parole ($t_{(532)} = -32,12, p < 0,001$)	3,03 ± 0,88	3,33 ± 0,93
Non parole	1,86 ± 0,60	2,04 ± 0,61

$(t_{(532)} = -32,12, p < 0,001)$

Tabella 5.8. Correttezza di lettura (errori) alle prove di lettura (Bachmann & Mengheri (2013) e Bachmann (2018))

Compito di lettura	Times New Roman (media \pm ds)	EasyReading® (media \pm ds)
Brano $(t_{(532)} = -2,62, p < 0,001)$	3,10 \pm 2,75	3,34 \pm 2,90
Parole $(t_{(532)} = 9,56, p < 0,001)$	5,49 \pm 5,32	4,14 \pm 4,55
Non parole $(t_{(532)} = 8,41, p < 0,001)$	7,72 \pm 5,30	6,49 \pm 4,67

Osservando i valori riferiti al parametro velocità, le differenze tra i due font risultano significative sia per il brano che per le parole e le non parole. In tutti e tre i casi la lettura con il font EasyReading® è stata più veloce.

Per quanto riguarda la correttezza, il miglioramento con EasyReading® è risultato significativo per la lettura di parole e non parole.

Considerando le prestazioni dei quattro gruppi separatamente l'aumento di velocità è stato statisticamente significativo per tutti quando il brano è stato presentato nella versione EasyReading®.

Come si può osservare dalla Tabella 5.9, leggendo il brano nella versione EasyReading® i normolettori hanno avuto un guadagno in velocità pari a 0,71 sill/sec, i dislessici un guadagno di 0,52 sill/sec, i lettori con difficoltà un guadagno di 0,51 sill/sec e i bambini con difficoltà cognitive (CPM sotto il 25°) un guadagno di 0,36 sill/sec.

Per la correttezza la riduzione degli errori è stata significativa solo per il gruppo dei dislessici.

Tabella 5.9. Media e deviazione standard delle prestazioni alla lettura del brano presentato nei due font; i risultati relativi alla correttezza si riferiscono solo al gruppo dei partecipanti con dislessia (Bachmann & Mengheri (2013) e Bachmann (2018)).

Gruppo	Velocità (sill/sec)		t	p
	TNR (m \pm ds)	EasyReading® (m \pm ds)		

Senza difficoltà	3,73 ± 0,90	4,44 ± 0,92	$t_{(424)} = -3,52$	$p < 0,001$
Difficoltà di lettura	2,39 ± 0,54	2,90 ± 0,75	$t_{(26)} = -6,82$	$p < 0,001$
Dislessia	2,67 ± 0,92	3,19 ± 1,13	$t_{(53)} = -8,64$	$p < 0,001$
Difficoltà cognitive	2,63 ± 1,08	2,99 ± 1,14	$t_{(25)} = -4,77$	$p < 0,001$
Correttezza (errori)				
Dislessia	6,59 ± 3,97	6,25 ± 3,61	$t_{(53)} = 0,90$	$p < 0,001$

Relativamente al parametro velocità il font EasyReading® ha migliorato le prestazioni di tutti i gruppi in tutte le prove, il gruppo dei bambini con dislessia ha migliorato significativamente la sua prestazione anche in correttezza. Per una descrizione più estesa e specifica dei risultati si rimanda all'articolo (Bachmann & Mengheri 2018).

Bachmann & Mengheri (2018) sottolineano che il miglioramento in velocità ottenuto dal gruppo con dislessia (0,52 sill/sec alla lettura del brano), oltre ad essere statisticamente significativo, supera l'aumento medio annuo di 0,30 sill/sec dovuto all'evoluzione naturale (Stella, Faggella, & Tressoldi, 2001; Tressoldi, Stella, & Faggella, 2001). Concludono affermando che resta ancora da verificare, con ulteriori ricerche, quanto il beneficio ottenuto alla lettura con EasyReading® sia dovuto alle caratteristiche del font o alla maggiore spaziatura tra le lettere, le parole e le righe che lo caratterizza. Così come Marinus et al. (2016) hanno dimostrato per il font Dyslexie.

6 L'EFFETTO *CROWDING*

Il *crowding* si riferisce all'effetto negativo provocato dagli stimoli che si trovano vicino ad un oggetto da identificare, questo non può essere riconosciuto a causa della confusione che deriva dalla vicinanza con gli altri stimoli (Bouma 1970; Townsend, Taylor, & Brown 1971). L'oggetto percepito sembra includere le caratteristiche non solo dell'oggetto target, ma anche degli stimoli vicini (Pelli, Palomares & Majaj 2004).

Si tratta di un'eccessiva integrazione di caratteristiche che vengono incluse inappropriatamente e che penalizzano il riconoscimento dell'oggetto target.

L'effetto *crowding* dipende dalla distanza tra lo stimolo target e gli altri stimoli; la distanza minima da centro a centro necessaria per evitare il *crowding* è detta spaziatura critica (*critical spacing*) e aumenta linearmente con l'eccentricità (Bouma 1970); oltre la fovea, la crescita lineare è praticamente proporzionale all'eccentricità.

La Fig. 6.1 esemplifica un esempio di *crowding*.



Fig. 6.1. Esempio di effetto *crowding*. Figura tratta da Freeman & Pelli (2007).

Se fissiamo il segno “+” di sinistra, la lettera “r” a sinistra diventa facile da identificare, ma è impossibile identificare la lettera “r” a destra; le lettere vicine “t” e “y” ne impediscono il riconoscimento; diversamente, se fissiamo il segno “+” di destra, la “r” a destra diventa facile da identificare. Riducendo l'eccentricità del target riduciamo la spaziatura critica e questo riduce l'effetto *crowding* (Freeman & Pelli 2007).

Nella vita di ogni giorno le persone minimizzano l'effetto *crowding* muovendo gli occhi per riconoscere l'oggetto target in visione centrale dove la spaziatura critica necessaria è minima.

Alcune illusioni sono fortemente influenzate dalle aspettative e si verificano solo una volta; diversamente, l'effetto *crowding* è robusto. Non importa quante volte

muoviamo gli occhi avanti e indietro tra i due segni “+”, le lettere identificate ogni volta lentamente si confondono.

È importante distinguere il *crowding* dal mascheramento (*ordinary masking*) da parte degli oggetti vicini; nel caso del mascheramento gli oggetti si sovrappongono al bersaglio (Pelli, Palomares & Majaj 2004). Nella Fig. 6.2 possiamo notare che il *crowding* indebolisce la nostra abilità di identificare, contare e posizionare gli oggetti, ma non influisce sul rilevamento, come avviene invece nel mascheramento.



Fig. 6.2. Esempio di effetto *crowding*. Figura tratta da Pelli & Tillman (2008).

Il riconoscimento di un oggetto coinvolge due stadi: il rilevamento delle caratteristiche e la loro integrazione. Varie evidenze dimostrano che il rilevamento non è influenzato dalla presenza di oggetti vicini, gli errori percettivi quindi devono avvenire nel secondo stadio in cui le caratteristiche dell’oggetto vengono integrate e “mescolate” con quelle degli elementi appartenenti agli oggetti vicini (Pelli, Palomares, & Majaj 2004, Yu, Akau, & Chung 2012). Il meccanismo esatto con cui si verificano questi errori percettivi nel riconoscimento è ancora poco chiaro, ma c’è un consenso comune per cui sia dovuto ad una conseguenza dell’interazione.

Crowding e mascheramento si differenziano in particolare per la dipendenza dall’eccentricità. Lo spazio critico del *crowding* è proporzionale all’eccentricità, mentre quello del mascheramento è indipendente; quindi, il *crowding* domina nella periferia mentre il mascheramento domina centralmente (Pelli, Palomares, & Majaj 2004; Pelli & Tillman 2008).

Il *crowding* dipende dall’eccentricità di un oggetto bersaglio e da quanto densamente gli oggetti circostanti sono distribuiti, quindi, ad una data eccentricità,

l'identificazione di un bersaglio che subisce l'effetto *crowding* migliora man mano che aumenta la distanza tra il bersaglio e gli stimoli vicini (Fig. 6.3).

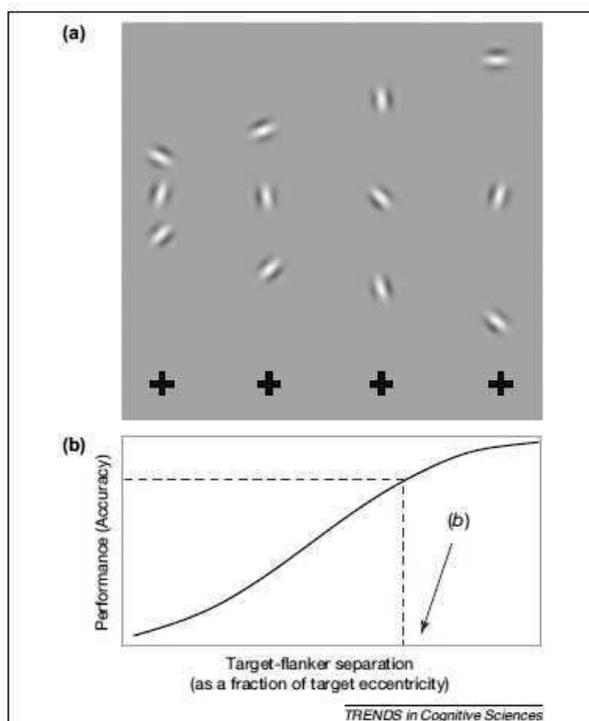


Fig. 6.3. La spaziatura critica del *crowding* e la costante b di proporzionalità di Bouma. (a) quando fissiamo le croci posizionate lungo il fondo notiamo che l'orientamento dei target sulla colonna di destra è più facile da riconoscere. (b) L'accuratezza della prestazione migliora all'aumentare della distanza tra target e stimoli vicini. La costante di Bouma, b , è definita come la separazione ideale stimolo target-stimolo vicino che risulta in un criterio di performance (indicato nella linea tratteggiata). Sebbene i metodi e i criteri per calcolare b variano tra i vari studi, questa generalmente corrisponde al punto in cui la prestazione inizia a diminuire man mano che gli stimoli vicini si avvicinano al target. Figura tratta da Whitney & Levi (2011).

Questa distanza è definita dalla regola di Bouma (1970), secondo la quale “per il completo isolamento visivo di una lettera presentata a un'eccentricità di φ , ne consegue che nessun'altra lettera dovrebbe essere presente (approssimativamente) entro una distanza di $0,5 \varphi$ ”. Questo è alla base del concetto di spaziatura critica (*critical spacing*) proporzionale all'eccentricità.

La costante di proporzionalità, b , di Bouma, varia attraverso i vari studi e dipende da come viene misurata e calcolata, ma solitamente viene riportata approssimativamente a 0,4-0,5; quindi, un oggetto ad un'eccentricità di 10° potrebbe

risultare “affollato” da altri oggetti fino a 5° di distanza. Alla costante di proporzionalità di Bouma, o regola di Bouma, viene a volte conferito lo stato di legge (Pelli & Tillman 2008), ma questo è dibattuto (Whitney & Levi 2011).

6.1 L'EFFETTO *CROWDING* E LA LETTURA (UNA RASSEGNA)

Molti studi hanno dimostrato che l'effetto *crowding* si verifica anche durante la lettura. È stato più volte dimostrato che il fenomeno è presente sia a livello del riconoscimento delle lettere (Bouma 1970; Chung 2002) che delle parole (Chung 2004). Nel caso della lettura, la spaziatura critica corrisponde alla minima distanza tra le lettere, misurata da centro a centro, in cui il *crowding* non avviene (Pelli et al. 2007).

Il problema del *crowding* in visione periferica durante la lettura riguarda soprattutto le persone che negli anni subiscono la perdita della visione centrale; un processo che deriva solitamente dalla degenerazione maculare, la principale causa di disabilità visiva nei paesi sviluppati (Leat & Rumney 1990; Elliott et al. 1997). Le persone con perdita della vista centrale devono fare affidamento sulla visione periferica per varie attività, compresa la lettura. Tuttavia, la lettura in visione periferica è più lenta e difficile rispetto a quella in visione centrale anche quando la dimensione delle lettere è sufficientemente grande da non essere un fattore limitante e quando le richieste oculomotorie sono minime come nella presentazione visiva seriale rapida (RSVP) (Chung, Mansfield & Legge 1998; Latham & Whitaker 1996). Comprendere perché la lettura è più lenta in visione periferica è di primaria importanza per la riabilitazione di questi pazienti e motiva la continua ricerca in questo campo.

Numerose ricerche hanno dimostrato che il *crowding* ha un ruolo importante nel rallentamento della lettura (Pelli & Tillman 2008; Pelli et al. 2007). La lettura consiste di successive occhiate (*glimpse*) al testo, circa 4 al secondo (Huey 1908). Ad ogni occhiata, la visione centrale ci permette di percepire alcune lettere in maniera nitida (senza affollamento). Questa finestra nitida di riconoscimento si chiama *uncrowded window* (finestra non affollata) (Fig. 6.4), la finestra attraverso cui noi leggiamo, questa determina il numero di lettere che possono essere lette ad ogni occhiata. Le lettere che cadono all'esterno, in periferia, risultano affollate perché la spaziatura che le separa è inferiore alla spaziatura critica dell'osservatore a quella eccentricità. Il numero di lettere che possiamo riconoscere con elevata accuratezza ad ogni occhiata, senza muovere gli occhi, costituisce lo span visivo (*visual span*); poiché le occhiate

sono circa quattro al secondo, la velocità di lettura sarà proporzionale allo span visivo (Legge et al. 2007; Rosen & Pelli 2015).

L'idea di *uncrowded window* è stata proposta nel tempo con vari nomi da vari autori: “*span of apprehension*” (Woodworth 1938), “*functional visual field*” (Bouma 1970, 1978), “*conspicuity area*” (Motter & Belky 1998) e “*number of elements processed per fixation*” (Vlaskamp, Over, & Hooge 2005).

**ine ehcsa tbe seocrd cpficr. "I beh rc
s qenscrl-ebbs husircss miqbfb ba." Sbc
bar hcsk tcr tbe letter from Xiroarf D'Am
if fc Hemilton. His eyebrows warf uq es h
Ha's eomirq bcne at three c'olcok." Ncne
cen sac, ba qcints out tbet fhana's a de
cd tnicrb cf mirc, Frir Kcllay, arswcre**

Crowded
periphery

Uncrowded
center

Crowded
periphery

Fig. 6.4. *The uncrowded window*. La figura, tratta da Pelli & Tillman (2008), in cui le lettere nel campo visivo periferico sono state sostituite, simula il *crowding* in lettura. La figura circolare esemplifica quest'area. Se leggiamo le parole nella figura queste risultano chiare e leggibili vicino al punto di fissazione e rese illeggibili dall'affollamento oltre questa regione

Molte ricerche hanno studiato l'effetto del *crowding* a livello delle lettere (Chung 2002; Bouma 1970; Yu et al. 2007) e delle parole (Chung 2004).

Chung (2002) ha dimostrato, utilizzando la presentazione visiva rapida (RSVP), che la velocità di lettura variava con la spaziatura delle lettere, il picco veniva raggiunto con una spaziatura standard del testo e diminuiva con spaziature inferiori o superiori a questa. I partecipanti allo studio erano persone con capacità visive nella norma che hanno letto singole brevi frasi presentate tramite la visione di una parola alla volta sul monitor di un computer. Il test è stato condotto alla fovea, a 5° e a 10° di eccentricità e la velocità di lettura è stata misurata con cinque diverse spaziature da 0,5 (spaziatura ridotta) a 2 volte la spaziatura standard (spaziatura incrementata) e quattro dimensioni di stampa.

I risultati hanno dimostrato che la velocità di lettura era maggiore in visione foveale e diminuiva con l'eccentricità, a conferma dell'effetto *crowding*, ed era

maggiore con le lettere più grandi. A tutti i livelli di eccentricità e per quattro dimensioni di stampa, la velocità di lettura aumentava con la spaziatura delle lettere, fino al raggiungimento della *critical letter spacing*, con spaziature maggiori rimaneva costante o diminuiva leggermente. Il valore della *critical letter spacing* era molto simile alla spaziatura standard e non dipendeva dall'eccentricità o dalla grandezza. Gli autori hanno concluso affermando che nei lettori con visione normale, un aumento della spaziatura tra le lettere, oltre una spaziatura standard, che presumibilmente dovrebbe diminuire l'effetto avverso del *crowding*, non porta ad un aumento della velocità di lettura in visione centrale o periferica.

In precedenza, anche Legge et al. (1985), misurando la velocità di lettura con tre differenti spaziature del testo (1x, 1,5x, e 2x la spaziatura standard) su partecipanti con visione normale e scarsa visione, hanno dimostrato che l'aumento della spaziatura delle lettere oltre le separazioni normalmente presenti nel testo rallenta la velocità di lettura.

Yu et al. (2007) hanno misurato, su partecipanti con capacità visive normali, i profili di span visivo e la velocità di lettura in funzione della spaziatura delle lettere; entrambi dimostravano in maniera simile una dipendenza dalla spaziatura tra le lettere ed erano altamente correlati.

Questi risultati supportano l'ipotesi che la grandezza dello span visivo sia un importante fattore visivo che limita la velocità di lettura. I ricercatori si chiedono come mai la velocità diminuisca con la spaziatura incrementata nonostante questa comporti una riduzione del *crowding*. Presumibilmente, il vantaggio dovuto alla riduzione dell'affollamento tra le lettere è più che compensato dagli svantaggi di collocare le lettere più distanti dalla linea mediana, come ad esempio, una riduzione della risoluzione spaziale e una maggiore incertezza nella posizione. Questi fattori (una riduzione dell'affollamento rispetto a una risoluzione spaziale e una codifica della posizione più scadenti), che concorrono tra loro, hanno l'effetto di ridurre la grandezza dello span visivo di lettura.

6.1.1 L'EFFETTO DELL'INCREMENTO DELLA SPAZIATURA SULLA LETTURA DI PAROLE

Chung (2004) ha studiato l'effetto del *crowding* a livello delle parole, ha esaminato l'effetto dell'aumento di spaziatura sulla velocità di lettura in visione periferica e centrale ed ha dimostrato che la velocità di lettura in visione periferica viene penalizzata dal *crowding* quando la parola target si trova affiancata da altre

parole ad una distanza ravvicinata. La ricerca ha riguardato in particolare l'aumento di spaziatura in verticale ed ha utilizzato parole singole e parole affiancate verticalmente da altre parole; la somministrazione è avvenuta tramite RSVP. I risultati hanno dimostrato che la velocità di lettura di parole isolate era maggiore rispetto a quella di parole affiancate, a dimostrazione di un effetto *crowding*. La velocità di lettura, in visione centrale e periferica, aumentava con l'aumento della spaziatura tra le parole e, oltre un certo limite, rimaneva costante ed equiparabile alla velocità di lettura di parole non affiancate. Confrontando le due diverse modalità di visione, a parità di spaziatura introdotta, il miglioramento era maggiore in visione periferica.

Ad oggi non è chiaro se il *crowding* insorga come conseguenza di un'interazione delle caratteristiche di basso-livello (*low-level*) delle parole, come lettere o parti di lettere, o come conseguenza delle interazioni tra rappresentazioni olistiche di alto livello delle parole (Yu, Akau, & Chung 2012); esistono evidenze scientifiche che avvalorano entrambe le posizioni.

Uno studio che supporta l'ipotesi dell'interazione basata sulle caratteristiche è quello di Pelli, Farell & Moore (2003) che hanno dimostrato che l'efficienza per identificare una parola è inversamente proporzionale alla lunghezza di questa e che l'accuratezza della prestazione non supera mai la previsione basata su un modello lettera per lettera.

Inoltre, il riconoscimento delle parole composte da lettere con diverse polarità di contrasto, che presumibilmente interrompono quindi il raggruppamento delle lettere per formare una parola, rimane simile a quello delle parole composte da lettere con un'unica polarità di contrasto (Chung & Mansfield 2009). Diversamente, l'effetto di superiorità della parola (dato dalla prestazione migliore per il riconoscimento di lettere all'interno del contesto di una parola piuttosto che presentate da sole (Martelli, Majaj & Pelli 2005) e gli esempi di come la lettura sia possibile anche quando alcune lettere all'interno di una parola sono mescolate in modo da far diventare la parola una non parola, forniscono forte evidenza del processamento olistico della parola.

Probabilmente un meccanismo basato sul riconoscimento di caratteristiche e uno che utilizza un processamento olistico coesistono e contribuiscono assieme al riconoscimento della parola (Yu, Akau, & Chung 2012).

Pelli & Tillman (2007) si sono proprio chiesti se per leggere le persone facciano più affidamento sulla decodifica lettera per lettera, sulla forma di una parola intera o sul contesto della frase; hanno manipolato il testo in modo da escludere selettivamente

i contributi delle lettere, della rappresentazione olistica basata sulla forma della parola e dell'effetto del contesto sulla lettura. Hanno scoperto che gli effetti dell'esclusione dimostrano una triplice dissociazione: tutti tre i processi contribuiscono al processo di lettura e ogni processo di lettura contribuisce sempre con lo stesso numero di parole al minuto, indipendentemente dal fatto che gli altri processi siano operativi. Queste ricerche dimostrano chiaramente che entrambi i processi di alto e basso livello sono importanti per la lettura, ma non è chiaro come entrambi contribuiscano all'effetto del *crowding* tra le parole.

Yu, Akau e Chung (2012) hanno manipolato in vari modi la configurazione delle parole affiancate (affiancamento sopra-sotto) in modo da eliminare ogni volta selettivamente alcuni livelli di rappresentazione delle parole o delle lettere, mantenendone altri; hanno utilizzato cinque configurazioni diverse di parole affiancate: condizione di controllo (parole affiancate verticalmente da altre parole), lettere mescolate (lettere mescolate in ogni parola vicina), capovolgimento orizzontale (ogni parola vicina rispecchia l'originale con un capovolgimento destra-sinistra), capovolgimento delle lettere (ogni lettera della parola vicina rispecchia la stessa lettera della parola originale con un capovolgimento destra-sinistra), capovolgimento verticale (ogni parola vicina rispecchia l'originale con un capovolgimento alto-basso) (Fig. 6.5).

I risultati hanno dimostrato che la velocità di lettura di parole affiancate sopra e sotto da altre parole misurata a 10° di eccentricità dipendeva dalla separazione verticale tra la parola target e i vari stimoli affiancati ma era indipendente da quale fosse la condizione utilizzata; l'effetto del *crowding* sulla parola introdotto dagli stimoli vicini, che poteva essere ridotto aumentando la spaziatura verticale, non variava in base alle diverse configurazioni utilizzate. I risultati erano simili utilizzando la condizione in cui gli stimoli affiancati venivano ruotati di 90° distruggendo così il pattern verticale, che probabilmente rappresenta la struttura principale delle parole.

La presenza di un effetto *crowding* delle parole notevolmente simile a prescindere dalle configurazioni degli stimoli vicini ha fornito dati a sostegno dell'ipotesi che considera quest'effetto una conseguenza dell'interazione delle caratteristiche di basso livello delle lettere.

<i>control</i>	<i>scrambled</i>	<i>horizontal-flip</i>	<i>letter-flip</i>	<i>vertical-flip</i>	<i>rotated 90° counter-clockwise</i>
leaf	afle	ɹɹɹl	lɹɹl	ɹɹɹl	lɹɹl
home	home	home	home	home	home
cake	kcae	ɹkɹc	lɹɹc	ɹkɹc	lɹɹc

Fig. 6.5. Esempio delle sei configurazioni utilizzate da Yu, Akau, Chung (2012): condizione di controllo, lettere mescolate, capovolgimento orizzontale, capovolgimento delle lettere, capovolgimento verticale, rotazione di 90°.

Le ricerche fin qui descritte hanno studiato l'influenza dell'effetto *crowding* sulla visione periferica e per questo scopo hanno utilizzato gli esperimenti che impiegavano la spaziatura delle lettere (Chung 2002); questi dati difficilmente possono essere generalizzati ad una presentazione in visione foveale.

Un elemento tipografico come la spaziatura tra le lettere può avere un ruolo importante nel processo di riconoscimento visivo della parola e produrre effetti benefici e dannosi.

Da un lato, un aumento della spaziatura rispetto ai valori standard può diminuire l'effetto avverso del *crowding* (Bouma 1970); in compiti di riconoscimento di lettere, può per esempio ridurre l'interferenza delle lettere circostanti (Eriksen & Eriksen 1974). Un effetto benefico può esserci anche nella codifica della posizione della lettera all'interno della parola. Quest'ultimo compito, come è dimostrato da vari modelli di riconoscimento visivo di parole, subisce un certo grado di incertezza percettiva (Gomez et al. 2008; Davis 2010) in relazione alla posizione della lettera nella parola e la presenza di spostamenti di lettere può essere un segnale che il sistema di riconoscimento visivo di parole, usando una spaziatura standard tra le lettere, ha difficoltà a codificare le posizioni delle lettere di una parola (O'Connor & Foster 1981; Perea et al. 2005).

Dall'altro, un aumento della spaziatura può danneggiare l'integrità fisica della parola, che smette di essere identificata come un oggetto, può influire sulle informazioni relative alla forma visiva della parola, rilevanti nel processo di accesso lessicale (es: riconoscimento di lettere ascendenti e discendenti; Perea & Rosa 2002), può ridurre il numero di lettere che possono essere riconosciute a prima vista, in particolare nelle parole lunghe (Chung 2002), può aumentare la distanza delle lettere dal centro della fovea con conseguente riduzione dell'acuità retinica (Paterson & Jordan 2010).

Un sostanziale numero di studi ha valutato l'efficacia della spaziatura incrementata usando varie tipologie di compiti come la decisione lessicale, la denominazione di parole, la lettura di frasi, coinvolgendo partecipanti adulti, bambini con abilità di lettura nella norma e con difficoltà di lettura.

Tai et al. (2009) in uno studio non pubblicato hanno utilizzato nove diverse condizioni di spaziatura tra le lettere (da -1.75 pt a + 2.00 pt) in un compito di lettura di una storia in cui venivano monitorati i movimenti oculari dei partecipanti. I risultati hanno rilevato tempi di fissazione più brevi e saccadi più lunghe con il testo presentato con una spaziatura leggermente più ampia, es: **The quick brown fox**, rispetto alla spaziatura standard es: **The quick brown fox**. La durata media delle fissazioni (*average fixation duration*) delle parole nelle frasi era di circa 253 e 250 ms per parole presentate rispettivamente con una spaziatura tra le lettere di +1.0 e +1.5, mentre era di 269 ms per parole presentate con spaziatura standard (studio presentato su Perea, Moret-Tatay, & Gomez, 2011).

Secondo Perea, Moret-Tatay e Gomez (2011), l'esperimento di Tai et al. (2009) ha evidenziato chiaramente l'effetto benefico della spaziatura tra le lettere sull'accesso lessicale; tuttavia questo studio, oltre ad essere non pubblicato, ha fornito solo misure di lettura globali.

Perea, Moret-Tatay e Gomez (2011) hanno utilizzato il compito di decisione lessicale per valutare se i tempi di riconoscimento delle parole possono essere influenzati dalla spaziatura tra le lettere. Hanno utilizzato due condizioni di spaziatura: la spaziatura standard e una spaziatura leggermente incrementata (+1.2 punti; es: *matita* vs *matita*) corrispondente ad un incremento molto simile a quello utilizzato da Tai et al. (2009). È stato scelto un incremento piccolo di spaziatura in modo che i potenziali vantaggi derivanti dall'incremento superassero gli svantaggi. Per verificare se l'effetto della spaziatura tra le lettere potesse influire su componenti di tipo lessicale e/o sublessicale, gli autori hanno condotto due esperimenti: l'esperimento 1 ha impiegato parole di bassa e alta frequenza vs pseudoparole per testare se la spaziatura tra le lettere interagisse con la frequenza della parola; l'esperimento 2 ha impiegato parole di due diverse lunghezze (cinque e otto lettere) vs pseudoparole per testare se la spaziatura interagisse con la lunghezza della parola.

I risultati hanno dimostrato che i tempi di risposta nel riconoscimento di parole con la spaziatura incrementata erano più veloci rispetto a quelli ottenuti con la spaziatura standard indipendentemente dalla frequenza e dalla lunghezza.

Per verificare la natura dell'effetto ottenuto tramite la spaziatura incrementata sul riconoscimento visivo di parole Perea e Gomez (2012) hanno condotto un ulteriore studio utilizzando il compito di decisione lessicale e coinvolgendo nuovamente partecipanti normolettori. In questo caso gli autori utilizzato differenti livelli di spaziatura: ridotta (-0.5 pt, es: matita), standard (0.0 pt, es: matita), espansa (+0.5 pt, es: matita), espansa (+1.0 pt, es: matita), espansa (+1.5 pt, es: ma t i t a). Il secondo obiettivo dello studio era esaminare la natura dell'effetto della spaziatura sul riconoscimento visivo delle parole; per far ciò gli autori hanno utilizzato il modello di diffusione di Ratcliff (1978) che viene spesso utilizzato per rendere conto dei dati relativi alle decisioni lessicali. Secondo questo modello, se l'effetto della spaziatura, sulla decisione parola vs non parola, interviene all'interno dello stadio relativo alla codifica iniziale, dovrebbe verificarsi uno spostamento sul tempo di risposta senza alcuna conseguenza sull'accuratezza. Diversamente, se l'impatto avviene all'interno del sistema visivo, stadio decisionale, dovrebbe esserci un cambiamento sia nel tempo di reazione che nel numero degli errori.

I risultati hanno rilevato che i piccoli incrementi di spaziatura tra le lettere producevano tempi di identificazione più rapidi, estendendo così i risultati di Perea et al. (2011) ad un range di spaziature maggiore; le spaziature inoltre avevano una tendenza lineare decrescente, i tempi di risposta diminuivano all'aumentare della spaziatura.

Lo studio non spiega se quest'ultimo risultato avvenga come conseguenza della riduzione del *crowding* o di un più accurato processo di codifica della posizione della lettera.

Gli autori concludono sottolineando le importanti implicazioni pratiche che possono derivare dall'aver scoperto che una spaziatura incrementata tra le lettere produca tempi di riconoscimento delle parole più rapidi; probabilmente la spaziatura standard utilizzata solitamente dalle case editrici non è quella ottimale per il lettore.

Un altro studio che ha utilizzato il compito di decisione lessicale per valutare l'effetto della spaziatura sul riconoscimento visivo di lettere è stato quello di Vinckier et al. (2011) che ha portato a risultati decisamente differenti rispetto a quelli ottenuti da Perea e Gomez (2012).

Vinckier et al. (2011) hanno dimostrato che la prestazione di lettura si deteriora quando le lettere sono separate da almeno due spazi bianchi. Per motivare e chiarire al

meglio i risultati di questo studio è necessario descrivere brevemente il presupposto teorico sottostante.

Partendo dal presupposto dell'esistenza della VWFA (*Visual Word Form Area*), Dehaene et al. (2005) ritengono, in base al modello LCD (*Local Detection Detector*), che la codifica delle lettere nei lettori esperti derivi dal processamento delle parole intere come se fossero singoli oggetti visivi.

Ogni volta che le persone adulte leggono le parole, viene attivata una rete corticale che coinvolge come nodo centrale la corteccia occipito-temporale sinistra. Questa regione, che è stata definita la "*Visual Word Form Area*", ospita il "sistema visivo della forma della parola" (Warrington & Shallice, 1980), una gerarchia di meccanismi neurali adibiti al riconoscimento visivo delle parole invariati.

Dehaene et al. (2005) in base al modello LCD (*Local combination detector*) ritengono che la codifica delle lettere nei lettori esperti derivi dal processamento delle parole intere come se fossero singoli oggetti visivi, questo avviene tramite dei meccanismi neurali che sono alla base della percezione degli oggetti complessi in generale. Secondo il modello LCD il riconoscimento degli oggetti avviene nel sistema visivo ventrale, attraverso una gerarchia di rilevatori neurali convergenti con campi ricettivi sempre più ampi, sintonizzati sulle parti più grandi degli oggetti (Serre, Oliva, & Poggio, 2007). Nel caso delle parole, queste parti di oggetti consistono in frammenti di lettere, lettere intere, bigrammi (coppie di lettere), morfemi o anche parole intere ai quali i rilevatori si sensibilizzano tramite l'allenamento. Cohen et al. (2008) fanno quest'esempio: "codificare l'identità astratta e la posizione relativa delle lettere è vagamente simile al riconoscere il disegno di un'auto sulla base delle sue parti componenti e delle loro relazioni spaziali".

Ogni volta che, a causa del degrado dello stimolo o di lesioni, viene impedito il processamento delle lettere, il riconoscimento avviene tramite una lettura seriale frammentata ("lettera per lettera"), e viene richiesto l'intervento dei meccanismi di lettura dorsale seriale, che producono un effetto lunghezza della parola (Ellis 2004).

Lo scopo delle ricerche di Vinckier et al. (2011) e di Cohen et al. (2008) è di chiarire i limiti del sistema di lettura ventrale e le condizioni in base alle quali deve essere integrato da meccanismi di lettura dorsale seriale.

Considerando questi presupposti, una parola composta da 4 lettere distanziate non può essere considerata come un singolo oggetto visivo ma come una serie di 4 elementi distinti la cui identificazione richiede attenzione seriale.

Vinckier et al. (2011) hanno condotto 4 esperimenti, utilizzando compiti di decisione lessicale, per misurare l’impatto della spaziatura delle lettere sulla prestazione di lettura e per isolare l’effetto da una serie di variabili che potrebbero essere confondenti.

Obiettivo del primo esperimento era stabilire se l'introduzione di spazi vuoti tra lettere peggiorasse le prestazioni di lettura producendo un effetto lunghezza della parola e stimare il valore della soglia critica della spaziatura. Dal momento che la spaziatura tra le lettere ha l’inevitabile conseguenza di aumentare la grandezza fisica della stringa, gli autori hanno isolato gli effetti utilizzando una condizione di controllo in cui la dimensione delle stringhe veniva aumentata di una quantità uguale utilizzando caratteri più grandi, mantenendo una spaziatura normale tra le lettere. Hanno presentato stimoli con varie spaziature (parole con una spaziatura tra le lettere che arrivava fino a quattro spazi bianchi) e stimoli con caratteri di varie dimensioni che venivano accoppiati ai primi in base alla dimensione totale (Fig. 6.6).

I tempi di reazione e il numero degli errori aumentava se lettere erano separate da almeno due spazi bianchi; da questa spaziatura e per spaziature maggiori, si verificava un effetto lunghezza della parola che aumentava all’aumentare della spaziatura. Inoltre, aumentando la dimensione della parola tramite l’ingrandimento del font, ma senza aumentare la spaziatura, non si verificava nessun impatto sulla lettura. L’effetto derivante dalla spaziatura non poteva essere quindi ricondotto alla maggiore dimensione della stringa.

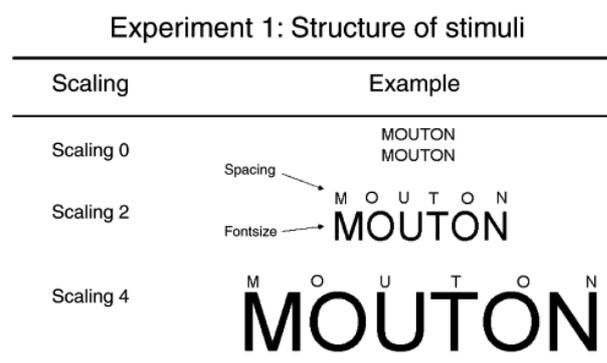


Fig. 6.6. Immagine tratta da Vinckier et al. (2011) e relativa all’Esperimento 1 dello studio. Per testare separatamente il ruolo della spaziatura tra le lettere e la lunghezza fisica dello stimolo, la grandezza della stringa di lettere veniva variata sia separando le lettere utilizzando fino a quattro spazi bianchi, sia aumentando la dimensione del font. Gli stimoli venivano presentati centralmente.

Con l'esperimento 2 Vinckier et al. (2011) hanno voluto verificare se il peggioramento nella prestazione di lettura indotta dalla maggiore spaziatura potesse derivare dallo spostamento delle lettere verso la periferia del campo visivo o se fosse una conseguenza specifica dell'effetto della spaziatura; hanno quindi testato separatamente la spaziatura delle lettere e la loro eccentricità utilizzando come condizione di controllo stringhe con una spaziatura standard ed un'elevata eccentricità. Gli stimoli venivano presentati a destra e a sinistra del campo visivo (Fig. 6.7).

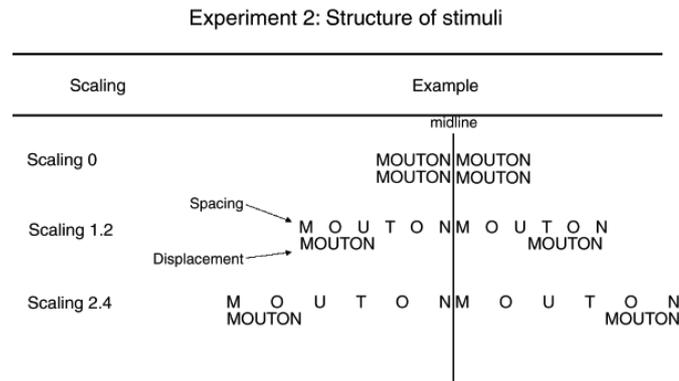


Fig. 6.7. Immagine tratta da Vinckier et al. (2011) e relativa all'Esperimento 2 dello studio. Per testare separatamente il ruolo della spaziatura tra le lettere e l'eccentricità, gli stimoli sono stati manipolati sia inserendo tra le lettere una spaziatura fino a 2.4 spazi bianchi sia disponendo gli stimoli alla periferia del campo visivo. Gli stimoli venivano presentati a destra e a sinistra del campo visivo.

I risultati hanno dimostrato che la lettura era più difficile per le stringhe con caratteri distanziati che per i corrispondenti stimoli somministrati lateralmente, sebbene in questi le lettere fossero, in media, più eccentriche rispetto agli stimoli distanziati. I risultati sono stati confermati anche con l'utilizzo di parole ad alta frequenza. Con l'esperimento 3 gli autori hanno voluto determinare se, in parole presentate lateralmente, le prestazioni di lettura dipendessero dalla lunghezza fisica delle parole piuttosto che dalla spaziatura delle lettere; hanno confrontato quindi stringhe di quattro, sei e otto lettere con diverse spaziature tra i caratteri (le parole con meno caratteri avevano tra questi spaziature maggiori) in modo da raggiungere la stessa dimensione totale della stringa; anche in questo caso gli stimoli venivano presentati a destra e a sinistra del campo visivo.

Complessivamente, le prestazioni di lettura sono peggiorate con le parole fisicamente più grandi. Tuttavia, i risultati hanno dimostrato che, tra le stringhe con la stessa dimensione totale, le prestazioni peggioravano con parole comprendenti meno

lettere (un effetto di lunghezza inversa), e maggiori spaziature; quindi, anche in questo caso, la prestazione dipendeva in modo critico dalla spaziatura.

Nell'esperimento 4 infine gli autori hanno confrontato l'interazione tra la spaziatura e la dimensione del font usando cinque diversi gradi di spaziatura tra le lettere con tre diverse dimensioni di carattere utilizzando gli stimoli presentati centralmente.

Anche in questo caso è stato replicato l'effetto fondamentale della spaziatura delle lettere sulla prestazione di lettura, cioè l'emergere di un effetto di lunghezza e il deterioramento delle prestazioni per la spaziatura di almeno 2 spazi che rimaneva costante attraverso le variazioni nella dimensione del carattere.

Gli autori concludono affermando che la spaziatura incrementata tra le lettere limita l'importante requisito dell'invarianza nella lettura, fondamentale per il riconoscimento delle parole. L'individuazione di combinazioni specifiche di lettere nelle parole, come i bigrammi, può contribuire in modo cruciale alla costruzione progressiva di una rappresentazione invariante che preserva l'identità della stringa di lettere (Dehaene et al. 2005; Grainger & Whitney 2004) e questo necessita di piccole variazioni nella spaziatura; spazi più grandi tra le lettere interrompono in maniera importante la lettura e impongono un passaggio a una modalità di elaborazione seriale diversa.

Quanto appena descritto trova conferma nello studio di Cohen et al. (2008) condotto con l'utilizzo della risonanza magnetica funzionale; gli autori hanno "degradato" progressivamente la struttura delle parole in tre differenti modi: rotazione della parola, incremento della spaziatura e spostamento della parola dall'emicampo di destra a quello di sinistra. Relativamente all'incremento della spaziatura hanno presentato le parole con cinque diversi livelli di spaziatura tra le lettere, da un minimo di zero ad un massimo di tre spazi bianchi.

I risultati hanno identificato delle soglie di degradazione al di sopra delle quali la lettura peggiorava e si presentava un effetto lunghezza della parola sui tempi di lettura a dimostrazione di strategie di lettura seriali; lo stesso incremento della spaziatura, non ha consentito al sistema VWF di codificare la parola in maniera rapida e parallela e ha indotto l'attivazione di un secondo percorso neurale dorsale seriale.

Parole con lettere separate da più di due spazi (+2,25 e +3) hanno prodotto un significativo effetto lunghezza della parola e tempi di risposta più lunghi.

I risultati di Cohen et al. (2008), oltre ad avvalorare l'influenza negativa dell'incremento di spaziatura, oltre un certo limite, sulla lettura, confermano che il sistema ventrale di riconoscimento della forma della parola è limitato nella sua invarianza, è strettamente specializzato per le parole presentate in normali condizioni di lettura, e non resiste alle rotazioni superiori a 45 °, alla spaziatura delle lettere al di sopra di 2 spazi e allo spostamento delle parole sull'emisfero sinistro. Oltre questi limiti i legami tra i neuroni sensibili alle combinazioni di lettere vengono interrotti e viene richiesto il contributo del sistema di lettura seriale, basato in gran parte sulla corteccia parietale posteriore.

A conclusione di questa rassegna descrivo lo studio di van den Boer & Hakvoort (2015). Gli autori hanno verificato l'effetto di vari tipi spaziature tra le lettere (-0,5; spaziatura standard; + 0,5; +1; +1,5; +2) sulla fluency di denominazione di parole monosillabiche e bisillabiche in bambini all'inizio del percorso scolastico (seconda classe) e più grandi (quarta classe). Le competenze di lettura dei partecipanti sono state valutate all'inizio dello studio con il Test di un minuto (*Eèn Minuut Test*; Brus & Voeten, 1995) i cui risultati hanno rilevato la presenza, oltre al gruppo di normolettori, anche di un gruppo di bambini con difficoltà di lettura che è stato quindi incluso nell'analisi.

Le parole sono state presentate su uno schermo con il font Times New Roman e dimensione 14 punti; la consegna indicata al partecipante era di leggere le parole ad alta voce, non appena apparivano, il più velocemente e accuratamente possibile.

I risultati non hanno riportato differenze significative tra i lettori di seconda e quarta classe e tra quelli con difficoltà di lettura in merito alle diverse spaziature utilizzate; nessun gruppo ha beneficiato della spaziatura incrementata.

La spaziatura incrementata di +0,5 ha comportato prestazioni significativamente migliori sia in velocità che in accuratezza in tutti i gruppi, tuttavia questa differenza non si è dimostrata significativa considerando il parametro fluency, ad indicare che la maggiore rapidità andava di pari passo con una lieve diminuzione dell'accuratezza. Secondo van den Boer & Hakvoort (2015) questo specifico risultato è in linea con quelli degli studi che hanno tracciato i movimenti oculari in cui l'aumento della spaziatura ha portato a tempi di fissazione più brevi, ma allo stesso tempo ad un maggior numero di fissazioni (Perea & Gomez 2012; Tai et al. 2006); i miglioramenti su una misura specifica (cioè tempi di reazione o durate di fissazione) non significano necessariamente un miglioramento nella prestazione complessiva di lettura.

La spaziatura tra le lettere diminuita di -0,5 ha deteriorato la prestazione in tutti i gruppi, ad indicare l'interferenza dell'effetto *crowding*; tuttavia, secondo van den Boer & Hakvoort (2015) l'effetto si è verificato su tutti i gruppi e non nello specifico solo nei bambini con difficoltà di lettura come rilevano Spinelli et al. (2002), nei compiti di denominazione di parole, Callens, Whitney, Tops & Brysbaert (2013) e Martelli et al. (2009) nei compiti di identificazione di lettere.

I valori di accuratezza e velocità con incrementi di spaziatura superiori a +0,5 non sono risultati significativamente diversi da quelli ottenuti con la spaziatura normale; i risultati erano simili per lettori esperti, lettori all'inizio dell'apprendimento e lettori con difficoltà.

Secondo van den Boer & Hakvoort (2015) la spaziatura standard è quella ottimale per i compiti di lettura di parole sia in bambini con avanzate competenze di lettura che in bambini all'inizio dell'apprendimento e con difficoltà.

6.1.2 L'EFFETTO DELL'INCREMENTO DELLA SPAZIATURA SULLA LETTURA DI FRASI

Paterson e Jordan (2010) hanno valutato l'effetto combinato di diversi aumenti della spaziatura tra le lettere e tra le parole sui movimenti oculari durante la lettura di frasi in adulti normolettori. I partecipanti hanno letto frasi che includevano parole a bassa ed alta frequenza, le lettere all'interno delle parole erano separate da spaziatura normale o incrementata e le parole erano separate tra loro da uno, due o tre spazi. Dai risultati è emerso che nei partecipanti allo studio, l'incremento degli spazi interferiva con il normale processamento di lettura. Le diverse spaziature sembravano modulare l'effetto della frequenza delle parole sul numero e sulla durata delle fissazioni oculari sulla parola target e quindi sul riconoscimento della parola. La lettura delle parole meno frequenti sembrava essere ostacolata quando l'incremento di spaziatura era importante; in questo caso, la velocità di lettura era significativamente più lenta e la durata degli sguardi e delle fissazioni significativamente maggiore. Inoltre, mentre le fissazioni oculari iniziali si posavano sulla posizione visiva preferita (es: a sinistra rispetto al centro della parola) per frasi presentate con spaziatura normale, si posavano più vicino all'inizio della parola con la spaziatura incrementata. È importante sottolineare che Paterson e Jordan hanno utilizzato incrementi di spaziatura importanti che in alcuni casi rendevano i confini tra le parole difficili da decifrare e ostacolavano

quindi la percezione di integrità della parola. I risultati ottenuti dagli autori che quindi affermano che una spaziatura incrementata peggiora le prestazioni di lettura, non possono prescindere da questa considerazione (Perea & Gomez 2012).

Un altro studio che ha osservato gli effetti della spaziatura sui movimenti oculari nella lettura di frasi è stato quello di Slattery & Rayner (2013). La particolarità di questa ricerca è stata di aver manipolato sia la spaziatura tra le lettere che tra le parole e di aver confrontato l'interazione tra questa e vari tipi di font.

Hanno condotto due esperimenti. Nel primo esperimento hanno manipolato il testo con quattro diversi livelli di spaziatura (ridotta di mezzo pixel, normale, incrementata di mezzo e di un pixel). La manipolazione includeva anche una maggiore spaziatura tra le parole in modo che la relazione dell'incremento di spaziatura tra ed entro le parole rimanesse costante. Hanno confrontato l'incremento di spaziatura utilizzando due diversi font: il Cambria e il Times New Roman. Entrambi sono font caratterizzati da larghezza proporzionale, con *serif*, ed entrambi sono altamente famigliari. Il Cambria presenta una maggiore spaziatura tra le lettere rispetto al Times New Roman Fig. 6.8.

They shouted at the cabby who wildly cut them off.
They shouted at the cabby who wildly cut them off.
They shouted at the cabby who wildly cut them off.
They shouted at the cabby who wildly cut them off.
They shouted at the cabby who wildly cut them off.
They shouted at the cabby who wildly cut them off.
They shouted at the cabby who wildly cut them off.
They shouted at the cabby who wildly cut them off.

Fig. 6.8. Esempio di stimoli utilizzati per l'esperimento 1 dello studio di Slattery & Rayner (2013). Le prime quattro frasi in alto sono scritte utilizzando il font Cambria, le restanti utilizzando il font Times New Roman. In entrambi i casi sono state utilizzate quattro diverse spaziature.

Durante l'esperimento le frasi comparivano singolarmente sul monitor, i soggetti dovevano leggerle a bassa voce e premere un tasto a lettura ultimata. Dopo ogni frase compariva una domanda per verificare la comprensione. I risultati hanno confermato gli effetti facilitanti già rilevati da Perea et al. (2011) e da Perea e Gomez (2012) nei compiti di decisione lessicale e cioè che una spaziatura più ampia porta ad una durata

media più breve dei tempi di fissazione. I tempi di lettura erano più brevi con la spaziatura standard, come già dimostrato da Chung (2002). È emersa una differenza tra i due font utilizzati; con il Cambria si sono verificate un minor numero di fissazioni, di minore durata, e tempi di lettura inferiori rispetto al Times New Roman, senza alcun decremento in comprensione.

Nell'esperimento 2 Slattery e Rayner (2013) hanno utilizzato una diversa manipolazione della spaziatura in cui lo spazio tra gli inizi delle parole è stato mantenuto costante rispetto a quello tra le lettere. È stato quindi aumentato lo spazio tra le parole e ridotto quello tra le lettere, quindi ogni parola nella frase iniziava nello stesso punto indipendentemente dalla spaziatura Fig. 6.9.

Le frasi sono state scritte utilizzando due font diversi rispetto al primo esperimento: Georgia e Consolas. Il primo è un font proporzionale, con *serif*, molto simile a quelli utilizzati nell'esperimento 1, il Consolas è un font con spaziatura fissa, senza *serif*, simile a quelli usati solitamente negli studi che registrano i movimenti oculari, caratterizzato da una spaziatura decisamente maggiore tra le parole rispetto agli altri font e solo lievemente più ampia tra le lettere.

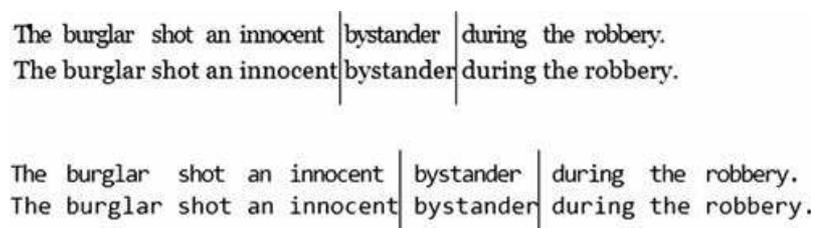


Fig. 6.9 Esempio di stimoli utilizzati per l'esperimento 2 dello studio di Slattery & Rayner (2013). Le frasi scritte con il font Georgia si trovano in alto e sotto quelle scritte con il font Consolas. La frase in alto di ogni coppia presenta la spaziatura manipolata (ridotta entro le parole/ampliata tra le parole). Le frasi in basso presentano la spaziatura normale.

I risultati hanno dimostrato che la riduzione della spaziatura dentro la parola e un aumento della spaziatura tra le parole portava ad un significativo vantaggio in termini di tempi di fissazione più brevi. Secondo gli autori, confrontando questi risultati con quelli dell'esperimento 1, è stata proprio la spaziatura tra le parole a portare il beneficio e hanno considerato questa come un'importante evidenza in favore delle parole piuttosto che delle lettere come oggetti importanti nella lettura.

La facilitazione dovuta alla spaziatura era in gran parte limitata al font Georgia, che, essendo caratterizzato da valori di spaziatura più piccoli rispetto al Consolas,

probabilmente concedeva margini di miglioramento maggiori; questa interazione, secondo Slattery e Rayner (2013) supporta ulteriormente i risultati ottenuti.

Questi risultati sono in accordo con altri studi effettuati in precedenza (Drieghe, Brysbaert & Desmet 2005; Inhoff, Radach & Heller 2000; Paterson & Jordan 2010), tuttavia sono in disaccordo con quanti affermano che una ridotta spaziatura tra le lettere ha un effetto inibitorio (Pelli et al. 2007; Perea & Gomez 2012; Perea et al. 2010; Yu, Cheung, Legge & Chung 2007). Secondo gli autori la spiegazione di questa differenza risiede nel tipo di compito utilizzato e nei processi di segmentazione caratteristici della lettura. Spesso gli studi utilizzano presentazioni di single parole in cui non è necessaria la segmentazione delle parole, che invece è richiesta nei normali compiti di comprensione, e una riduzione della spaziatura comporta una certa dose di affollamento visivo e ritardo nel riconoscimento.

Tuttavia, secondo Slattery & Rayner (2013) negli studi che implicano la lettura di frasi o passaggi più ampi, questi effetti inibitori del *crowding* dovuto ad una riduzione della spaziatura tra le lettere possono essere compensati se vengono facilitati altri importanti processi di segmentazione che trasformano la stringa di lettere all'interno di riga di testo in una stringa di parole riconoscibili.

Anche Perea e Gomez (2012) hanno voluto espandere la ricerca relativa agli effetti degli incrementi di spaziatura e monitorare i movimenti oculari in situazioni normali di lettura; i partecipanti (adulti normolettori) hanno letto frasi presentate con vari tipi di spaziatura (spaziatura 0, spaziatura incrementata di +1 e di +1,5). Per ogni frase sono stati registrati i tempi di lettura, la durata media e il numero delle fissazioni; oltre a misurazioni più specifiche per una migliore comprensione dei pattern dei movimenti oculari in relazione alle diverse spaziature. È stata manipolata la frequenza (alta vs bassa) delle parole target all'interno della frase per comprendere se l'effetto della spaziatura tra le lettere avvenisse ad uno stadio di precoce di decodifica, in quel caso l'effetto frequenza della parola e la spaziatura tra le lettere non avrebbero dovuto interagire come dimostrato in Perea e Gómez (2012). I risultati hanno dimostrato che il controllo dei movimenti oculari durante la lettura silente è influenzato da piccoli aumenti di spaziatura (+1); la durata media delle fissazioni era più breve con la spaziatura leggermente incrementata, a conferma di quanto già dimostrato da Perea, Moret-Tatay, Gómez (2011), Perea et al. (2012) e da Perea & Gómez (2012). Inoltre, l'effetto della spaziatura tra le lettere non ha interagito con la diversa frequenza delle parole suggerendo che l'effetto facilitante dell'incremento di spaziatura avviene ad

uno stadio precoce di decodifica che potrebbe essere compromesso a causa del *crowding* visivo.

Gli autori suggeriscono che, visti i risultati derivanti da vari studi, è ormai dimostrato quanto la spaziatura tra le lettere sia un parametro rilevante nel processamento di un testo e che le implementazioni delle applicazioni degli e-book dovrebbero includere la possibilità di spaziare il testo.

6.1.3 L'EFFETTO DELLA RIDUZIONE DELLA SPAZIATURA

Per approfondire ulteriormente l'ipotesi secondo cui le interazioni laterali tra le lettere pongono limiti importanti al processamento visivo delle parole, Montani, Facoetti & Zorzi (2015) hanno verificato l'effetto della spaziatura ridotta sul processamento di una stringa di lettere. L'esito di questo studio avrebbe portato anche ad una migliore comprensione dell'effetto della spaziatura nella dislessia, dal momento che l'effetto di una spaziatura ridotta nei normolettori potrebbe fornire un modello dell'incrementato *crowding* nei dislessici.

Hanno utilizzato due esperimenti; nel primo la manipolazione della spaziatura è stata realizzata nel contesto di un demascheramento progressivo (PDM) (Grainger & Segui, 1990), un paradigma che rallenta il riconoscimento della parola e fornisce una misura più sensibile del processo percettivo in corso (Grainger & Segui 1990; Dufau, Stevens & Grainger 2008). Sono state manipolate due proprietà ortografiche degli stimoli target: lessicalità (parola vs pseudoparola) e lunghezza (lunga vs corta); e la spaziatura tra le lettere: standard e ridotta. I partecipanti dovevano identificare il target e digitare la stringa sulla tastiera. In base ai risultati dei tempi di reazione, l'identificazione di stringhe con spaziatura ridotta tra le lettere era più lenta di quelle con spaziatura standard, inoltre, con la spaziatura ridotta, il riconoscimento delle pseudoparole era maggiormente danneggiato rispetto a quello delle parole.

Nel secondo esperimento gli autori hanno utilizzato un compito di decisione lessicale (LDT) con tre tipi di manipolazione della spaziatura: standard, ridotta e incrementata. I risultati relativi ai tempi di risposta delle parole hanno riportato prestazioni più lente e un maggior numero di errori con la spaziatura ridotta.

Secondo gli autori l'effetto dannoso della spaziatura ridotta può essere spiegato in termini di aumento del *crowding* ed è in linea con l'ipotesi per cui i lettori abili sono sintonizzati su una spaziatura standard tra le lettere (Tydgate & Grainger 2009).

L'effetto della spaziatura non ha interagito con la lunghezza della stringa, infatti la riduzione ostacolava allo stesso modo stringhe lunghe e corte. La mancanza di un'interazione suggerisce che il locus della spaziatura preceda il locus della lunghezza della stringa. L'effetto lunghezza sorge dall'analisi seriale da sinistra a destra delle lettere nella via sub-lessicale (Montani, Facoetti & Zorzi 2015).

Nei modelli computazionali DRD e CDP+ di lettura con un'architettura a due vie (Coltheart, Rastle, Perry et al. 2001; Perry et al. 2007; 2010) il tempo richiesto per l'analisi di una stringa durante la codifica fonologica è proporzionale alla lunghezza della stringa, mentre l'accesso alla rappresentazione della parola intera nella via lessicale non lo è poiché l'attivazione della lettera si estende in parallelo al lessico ortografico. La mancanza di un'interazione tra spaziatura e lunghezza suggerisce che la spaziatura influisce su una fase di elaborazione che è condivisa tra le due vie, come la rilevazione delle lettere. Questa conclusione è coerente con quanto rilevato da Perea e Gomez (2012) con l'utilizzo del modello di diffusione di Ratcliff (1978).

L'importante effetto della spaziatura sull'identificazione delle pseudoparole suggerisce che l'incremento del *crowding* sia particolarmente dannoso per la decodifica fonologica; estendendo questa considerazione ai lettori con dislessia, Montani, Facoetti & Zorzi (2015) ipotizzano che per i lettori dislessici l'effetto possa essere più forte quando devono decodificare parole non familiari o non parole. La decodifica delle non parole richiede un'attenzione visiva focalizzata, diversamente da quanto succede per le parole (Montani, Facoetti, & Zorzi 2014) e una decodifica fonologica danneggiata è collegata nei dislessici con un deficit nell'attenzione visiva (Facoetti et al. 2006; 2010)

I risultati che hanno testato l'aumento della spaziatura nei compiti di lettura hanno trovato tra loro risultati discordanti anche in relazione al tipo di compito utilizzato, da un lato la lettura sembra migliorare grazie ad una diminuzione dell'effetto del *crowding*, dall'altro sembra penalizzare il processamento parallelo delle lettere in particolare nei lettori adulti e sembra non consentire il riconoscimento rapido della forma visiva della parola.

6.2 L'EFFETTO *CROWDING* E LA DISLESSIA EVOLUTIVA

In letteratura varie evidenze dimostrano la presenza del *crowding* nelle persone con dislessia e la maggiore influenza di quest'effetto rispetto normolettori.

Gori e Facoetti (2015) propongono un'interessante revisione degli articoli riguardanti le possibili cause della dislessia rendendo ben chiara la complessità del disturbo. Le ricerche descritte chiariscono quanto la dislessia sia un deficit multifattoriale in cui le disfunzioni dello sviluppo neurocognitivo coinvolgono un sistema corticale multifocale dove gli aspetti visivi, e non solo quelli collegati all'area linguistica del cervello, giocano un ruolo importante (Menghini et al. 2010). Nel loro lavoro passano in rassegna numerosi articoli che riguardano il *crowding* e la dislessia con l'obiettivo di comprenderne meglio la relazione.

Una delle prime ricerche che citano a riguardo è quella di Bouma e Legein (1977), uno dei primi studi che ha dimostrato che i bambini con dislessia sono più penalizzati dall'effetto *crowding* rispetto ai bambini normolettori equiparati per età cronologica. Gli autori hanno confrontato i partecipanti in compiti di riconoscimento di lettere isolate, lettere affiancate ad altre lettere e parole presentate in visione foveale e parafoveale. Dai risultati non è emersa nessuna differenza tra i due gruppi nel riconoscimento di lettere isolate, mentre nei restanti due compiti le prestazioni dei dislessici si sono dimostrate peggiori dei normolettori e i punteggi individuali erano correlati con le abilità di lettura.

Geiger e Lettvin (1987) hanno confrontato persone con dislessia e senza difficoltà di lettura in compiti di identificazione di lettere e brevi stringhe di lettere presentate nel campo visivo periferico contemporaneamente alla presentazione in visione foveale di una singola lettera; il compito somministrato coinvolgeva una porzione importante di campo visivo.

I risultati hanno dimostrato che le persone con dislessia avevano un'area marcatamente più ampia nel campo periferico, rispetto ai normolettori, in cui identificavano correttamente gli stimoli; tuttavia presentavano una ridotta accuratezza nel riconoscimento delle lettere in visione foveale, presentando una sorta di effetto "mascheramento" tra le lettere, e delle lettere nella periferia più vicina. I risultati sono stati interpretati come l'effetto della presenza, nelle persone con dislessia, di un anormale mascheramento laterale nel campo visivo vicino alla fovea per cui le lettere si auto-mascherano (parti distinte di una lettera ne mascherano altre). Dallo studio sembra che le persone con dislessia presentino una particolare distribuzione del mascheramento laterale tra la visione centrale e periferica.

Goolkasian e King (1990) hanno studiato l'effetto del mascheramento laterale nei compiti di identificazione di lettere in lettori dislessici e normolettori utilizzando una

metodologia che ha corretto alcuni aspetti degli studi di Geiger e Lettvin (1986, 1987) che, secondo gli autori, presentavano dei punti di deboli. Le lettere target venivano presentate da sole o all'interno di stringhe di tre lettere a posizioni retiniche che andavano da 0° a 15° a destra o a sinistra del punto di fissazione. Una lettera, che poteva essere uguale o diversa dalla lettera target, presentata in visione foveale, appariva come distrattore; sono stati fatti confronti tra stimoli in scala e non in scala.

I lettori con dislessia hanno avuto prestazioni migliori rispetto ai normolettori nel rilevamento di lettere in scala all'interno di una stringa in alcune delle posizioni periferiche testate; inoltre, solo il riconoscimento delle lettere da parte dei normolettori, e non quello da parte delle persone con dislessia, veniva influenzato dalla tipologia del distrattore presentato in visione foveale, a sottolineare una differenza tra i due campioni nell'attenzione agli stimoli presentati in più punti del campo visivo.

La presenza di un campo di riconoscimento visivo più ampio nei bambini dislessici rispetto ai normolettori è stata rilevata anche da Lorusso et al. (2004) in uno studio in cui hanno confrontato bambini con dislessia, con difficoltà di lettura e normolettori in un compito di riconoscimento di lettere (FRF, *form-resolving-field*) presentate simultaneamente al centro e alla periferia del campo visivo centrale.

I bambini con dislessia e i bambini con difficoltà di lettura hanno dimostrato di avere una maggiore velocità nel riconoscimento visivo delle lettere presentate alla periferia destra del punto di fissazione rispetto ai normolettori e quindi una differente distribuzione del mascheramento laterale con una diversa estensione della percezione a destra del punto di fissazione.

Uno studio che ha smentito la migliore prestazione alla periferia e una peggiore prestazione al centro del punto di fissazione da parte dei soggetti con dislessia rispetto ai normolettori è stato quello di Klein et al. (1990). Gli autori hanno presentato brevemente le lettere target in 16 posizioni mescolate casualmente in base ad una combinazione ortogonale di quattro diverse eccentricità e quattro direzioni (sopra, sotto, destra, sinistra) dal punto di fissazione. L'accuratezza nel riconoscimento delle lettere declinava allo stesso modo, in base all'eccentricità, in lettori con dislessia, lettori con difficoltà e normolettori.

Spinelli et al. (2002) hanno studiato l'effetto del *crowding* sull'identificazione di parole e di simboli in normolettori e soggetti con dislessia; lo studio ha riguardato più esperimenti. In un primo esperimento, in cui sono state presentate parole singolarmente o affiancate da altre parole, i tempi di risposta vocale dei soggetti con

dislessia erano più lenti e dimostravano di essere più sensibili alla presenza di parole circostanti rispetto ai normolettori; il risultato simile ottenuto tramite un'ulteriore esperimento di controllo in cui sono stati utilizzati dei simboli al posto delle parole ha indicato che la differenza nell'effetto del *crowding* tra i due gruppi insorge già a livello prelinguistico. Un secondo esperimento ha dimostrato che un moderato incremento della spaziatura tra le lettere produceva solo nei soggetti con dislessia, tempi vocali di riconoscimento delle parole più veloci.

Martelli et al. (2009) hanno verificato attraverso tre esperimenti l'ipotesi per cui il *crowding* possa essere responsabile della lentezza nella lettura delle persone con dislessia. Nel primo esperimento hanno misurato la soglia del contrasto necessaria per identificare lettere e parole in funzione della durata dello stimolo ed hanno rilevato che la soglia era più alta per i soggetti con dislessia solo quando questi dovevano identificare parole lunghe, mentre non c'era differenza rispetto ai normolettori per l'identificazione di singole lettere; la presenza di una parola lunga influiva solo lievemente sulla performance dei normolettori. Gli autori hanno considerato la prestazione selettivamente danneggiata dei soggetti con dislessia, quando questi dovevano riconoscere a colpo d'occhio più di una lettera, come un risultato compatibile con la presenza di un effetto *crowding* anormale nei dislessici.

Nel secondo esperimento gli autori hanno utilizzato un compito di identificazione di una lettera target all'interno di una tripletta per esaminare la dipendenza della spaziatura critica dall'eccentricità; per ottenere una stima della spaziatura critica con cui si otteneva il 95% delle risposte corrette, hanno variato la distanza da centro a centro tra la lettera target e le due lettere di fianco; per valutare anche l'effetto della dimensione delle lettere, hanno misurato la spaziatura critica per le stesse triplette con due diverse dimensioni (uno e tre gradi). I risultati hanno dimostrato che la spaziatura critica nei normolettori aumentava con l'eccentricità con una proporzionalità vicina a quella indicata dalla legge di Bouma (1970), nei soggetti con dislessia invece era più ampia e più variabile a tutte le eccentricità valutate ed aumentava in media con una proporzionalità maggiore; anche in questo caso l'interazione rilevata va a supporto della presenza, nella dislessia, di un anormale effetto *crowding* in visione periferica. Come è possibile osservare nella Fig. 6.10, in entrambi i gruppi, la spaziatura critica era indipendente dalla dimensione delle lettere.

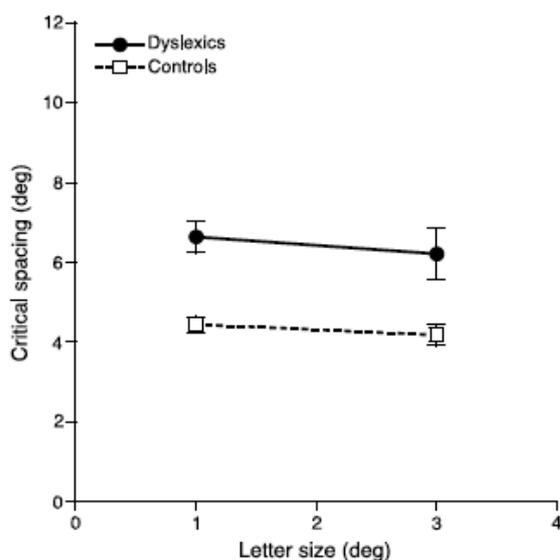


Fig. 6.10. Figura tratta da Martelli et al. 2009. Compito di identificazione di lettere. Medie (e deviazioni standard) della spaziatura critica ad 8 gradi di eccentricità in funzione della dimensione delle lettere (cerchio nero) e dei controlli (quadrato aperto) (dati relativi alla ricerca di Martelli et al., 2009).

Martelli et al. (2009) concludono che nei dislessici il deficit non avvenga nel processamento visivo iniziale (*early visual processing*) delle informazioni, ma piuttosto nell'integrazione dell'informazione attraverso il campo visivo; in particolare i soggetti con dislessia sembrano integrare le informazioni su una regione più ampia del campo visivo rispetto al gruppo di controllo.

Nel terzo esperimento gli autori misurano la velocità di lettura di parole lunghe in funzione della dimensione della stampa. Nel condurre questo esperimento gli autori sono partiti da queste premesse: la velocità di lettura aumenta con la dimensione del font fino ad un punto critico (CPS), oltre il quale si appiana (Chung, Mansfield & Legge 1998; Legge et al., 2001); l'aumento della dimensione del font modifica sia la dimensione delle lettere che la spaziatura tra le lettere (da centro a centro), tuttavia in base a quanto dimostrato da Pelli et al. (2007), solo la spaziatura influisce sul *crowding*; se la lentezza nella lettura dei dislessici è dovuta al *crowding* questi dovrebbero raggiungere la loro massima velocità con una dimensione (e quindi ad una spaziatura) di stampa maggiore rispetto ai controlli. Gli stimoli utilizzati variavano di dimensione da 0,1 a 2 gradi per misurare la CPS; tutti i soggetti sono stati testati con quattro dimensioni di stampa in un compito di presentazione visiva seriale rapida (RSVP) in cui dovevano leggere più velocemente e correttamente possibile le parole

presentate; la velocità di lettura è stata misurata in funzione della dimensione delle lettere.

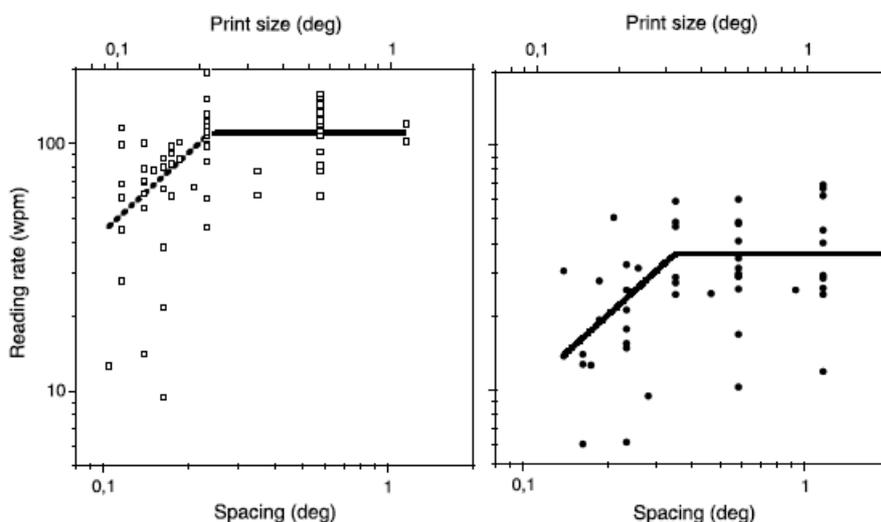


Fig. 6.11. Figura tratta da Martelli et al., 2009. Medie dei dati relativi a velocità di lettura e visione centrale in funzione della spaziatura (asse orizzontale in basso) e della dimensione della stampa (asse orizzontale in alto), per il gruppo di controllo (figura di sinistra) e per il gruppo con dislessia (figura di destra).

Come si può osservare nella Fig. 6.11, dai risultati è emerso che la velocità di lettura in tutti i soggetti aumentava, fino ad un limite massimo, in base alla dimensione delle lettere; la *critical print size* (la dimensione necessaria per raggiungere la massima velocità di lettura), tuttavia, era maggiore per il gruppo con dislessia rispetto ai controlli (i dislessici avevano bisogno di caratteri di dimensioni maggiori per raggiungere la loro massima velocità di lettura) a dimostrazione della presenza in questo gruppo di un anormale effetto *crowding*; nonostante questo, con l'incremento delle lettere, la velocità massima di lettura dei dislessici rimaneva comunque più lenta rispetto ai normolettori, ad indicare che il *crowding* non sia l'unico fattore responsabile del deficit di lettura.

Gli autori concludono che l'analisi delle parole nei soggetti con dislessia è rallentata a causa della presenza di un maggiore effetto *crowding* che limita l'identificazione delle lettere all'interno di stringhe attraverso il campo visivo. Gli autori propongono che la lettura periferica nei normolettori possa costituire un modello per la lettura nei dislessici; questo modello rende conto di una parte della lentezza dal momento che dopo la compensazione del *crowding* la lettura rimaneva comunque più lenta rispetto ai normolettori. La persistente lentezza potrebbe essere dovuta

semplicemente ad una mancata esperienza di lettura dovuta al deficit stesso (Martelli et al. (2009).

Gli studi proposti fin qui hanno verificato la presenza dell'effetto *crowding* utilizzando prevalentemente il riconoscimento di lettere o parole. Moores, Cassim, e Talcott (2011) invece hanno misurato l'accuratezza in soggetti adulti con dislessia e normolettori nel riconoscimento dell'orientamento di un target all'interno di una stringa con un diverso numero di distrattori orientati verticalmente. I risultati hanno dimostrato che i soggetti con dislessia peggioravano la loro prestazione in base alla densità e all'aumentare del numero di stimoli, usavano maggiormente la presenza dei segnali posizionati prima (pre-cues) per modulare l'attenzione, usavano con meno successo la presenza dei segnali per compensare l'aumento del numero di distrattori; queste variabili erano inoltre correlate con le prestazioni degli stessi soggetti nelle prove di lettura e scrittura. I risultati ottenuti hanno permesso di estendere quanto emerso dalle ricerche precedenti, relative all'impatto del *crowding* nella lettura di lettere e parole, a stimoli non complessi e non linguistici. Secondo gli autori l'attenzione visiva sarebbe un fattore importante che deve essere considerato nell'etiologia della dislessia.

In una ricerca seguente Cassim, Talcott e Moores (2014) hanno esteso i risultati appena descritti ad un compito di discriminazione dell'orientamento di uno stimolo (*target orientation discrimination task*) in cui non era necessaria la ricerca del target; lo stimolo target veniva presentato tra un vario numero di distrattori e a diversi livelli di vicinanza da questi. Le persone con dislessia venivano penalizzate dall'effetto *crowding* e dall'aumento del numero di stimoli distrattori anche quando conoscevano la posizione del target; la difficoltà ad escludere i distrattori era più pronunciata nel campo visivo sinistro. Le difficoltà correlavano positivamente con le competenze di lettura.

Moll e Jones (2013), utilizzando un compito di denominazione visiva rapida, (RAN- *rapid automatized naming*) hanno dimostrato che il *crowding* visivo nelle persone con dislessia opera in uno span visivo più ampio rispetto ai nondislessici e ne hanno identificato i confini. La performance alla RAN riflette la velocità di accesso al codice lessicale che è un buon indicatore della velocità di lettura (Kirby et al. 2010), per questo motivo gli autori hanno utilizzato questo compito per il loro esperimento. L'obiettivo dello studio era localizzare lo span visivo in cui il *crowding* influenza la velocità di denominazione di dislessici e normolettori. È stata misurata la durata della

fissazione oculare (*gaze durations*) mentre i partecipanti eseguivano il compito di denominazione di lettere che venivano presentate insieme ad altre lettere con diverse spaziature (le lettere vicine alla lettera target potevano cadere nella fovea, nella parafovea, o nella periferia). I risultati sono visibili nella Fig. 6.12 e indicano che la durata degli sguardi nel gruppo dei dislessici era relativamente più lunga sia nella condizione foveale che parafoveale rispetto alla condizione periferica, indicando in entrambe le condizioni l'incidenza dell'effetto *crowding* causato dalla vicinanza delle lettere affiancanti; inoltre, in questo gruppo, in tutte le condizioni testate, la durata degli sguardi era genericamente più lunga rispetto ai non dislessici, a conferma del deficit nel processamento lessicale che caratterizza la dislessia e confermata con la letteratura riguardante il test RAN (Kirby et al. 2010). Nei nondislessici l'effetto *crowding* nella visione foveale interferiva maggiormente, causando tempi più lunghi, rispetto alla visione parafoveale e periferica. Sembra quindi che il *crowding* visivo influenzi diversamente le prestazioni dei dislessici nei compiti di denominazione di lettere, dimostrando di interferire in uno span visivo più ampio.

Secondo gli autori, la differenza di span visivo su cui interferisce il *crowding*, indica chiaramente che le caratteristiche visive del testo (per es: la spaziatura tra le lettere), nel caso dei lettori dislessici, possono avere un impatto più forte rispetto ai normolettori.

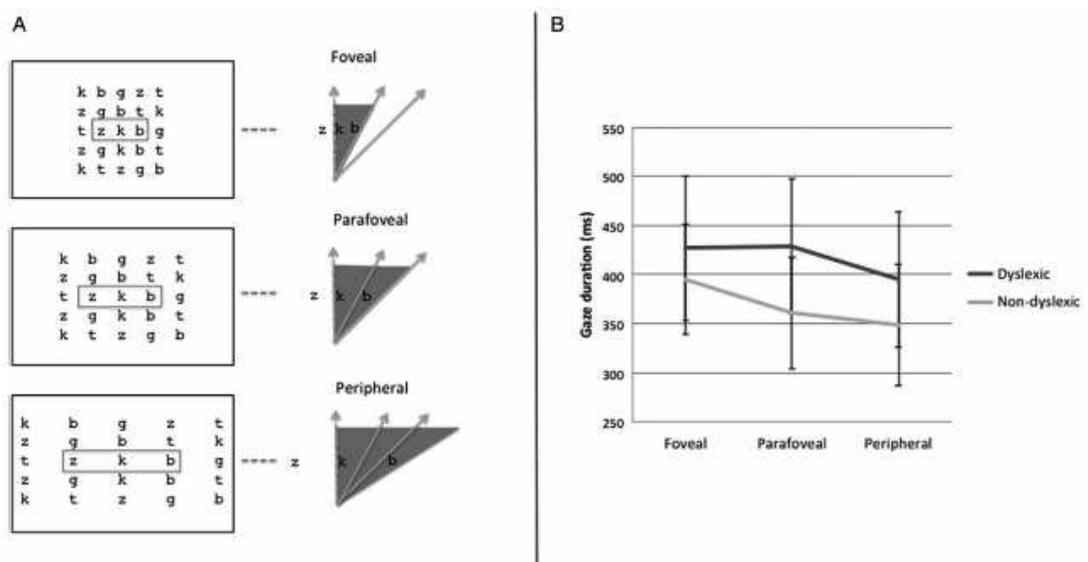


Fig. 6.12. Figura tratta da Moll e Jones (2013). (A) tavole utilizzate per il test RAN e illustrazioni delle tre condizioni (foveale, parafoveale, e periferica). Le frecce (da sinistra a destra) rappresentano i punti di partenza per la visione foveale, parafoveale e periferica nel campo visivo destro. (B) medie

espresse in ms della durata degli sguardi per partecipanti dislessici e nondislessici in funzione della distanza.

Un'ulteriore conferma dell'interferenza dell'effetto *crowding* sull'identificazione di lettere nelle persone con dislessia viene dallo studio di Callens et al. (2013). Gli sperimentatori hanno presentato a tachiscopio triplette di lettere nel campo visivo destro e sinistro a differenti localizzazioni. I risultati hanno riportato una diminuzione dell'accuratezza all'aumentare dell'eccentricità in tutti i partecipanti, tuttavia i dislessici sono stati meno accurati rispetto ai controlli nell'identificare la lettera di mezzo nella tripletta, suggerendo, secondo gli autori, un maggiore effetto *crowding* in questo gruppo. Gli autori concludono la loro discussione ipotizzando che l'effetto possa essere la conseguenza di una ridotta esperienza di lettura piuttosto che la causa del deficit; prendendo a sostegno di questa posizione la ricerca di Grainger, Tydgate e Issele (2010) che ha rilevato in lettori normali un maggiore effetto *crowding* per i simboli piuttosto che per le lettere, in questo caso si ipotizza che il minore effetto *crowding* rilevato nelle lettere possa essere specifico del processamento della stringa di lettere e dipendere dall'esistenza di un sistema specializzato per questo, appreso con l'esperienza di lettura, e sviluppato per limitare l'estensione spaziale del *crowding* per lettere e parole. Viceversa, sulla base di questa posizione, un incrementato effetto *crowding* per le lettere nei dislessici potrebbe essere la conseguenza del mancato apprendimento di questo sistema (Callens et al. 2013).

Recentemente alcuni studi si sono concentrati sul possibile effetto benefico dell'ampliamento della spaziatura sull'effetto *crowding* in compiti di lettura continua come quella di un testo.

Perea et al. (2012) introducono i loro esperimenti affermando che un leggero incremento della spaziatura tra le lettere, oltre ad influire sul *crowding*, può essere d'aiuto nel processo di codifica della posizione della lettera; infatti, se questo non viene effettuato in maniera efficace, non è possibile distinguere tra parole come "casuale" e "causale" (Perea & Lupker 2003, 2004); incrementando la spaziatura tra le lettere nella parola possiamo ridurre quest'incertezza ed avere un impatto benefico sull'accesso lessicale.

Gli obiettivi del loro studio erano comprendere se l'effetto benefico della spaziatura potesse riguardare anche la lettura in via di sviluppo, quindi i giovani lettori, e il deficit di lettura; hanno voluto testare inoltre se l'effetto potesse essere generalizzato a compiti di lettura continua come la lettura del testo.

Hanno condotto quattro esperimenti utilizzando parole e nonparole con spaziatura standard e lievemente incrementata (+1.2 in MS-Word) presentate a computer, con font di dimensione 14 pt, in un compito di decisione lessicale del tipo “go/no-go” (“se è una parola premi ‘sì’, altrimenti non rispondere”).

Nel primo e nel secondo esperimento, in cui hanno coinvolto rispettivamente adulti e giovani (età media 7-8 e 9-10 anni) normolettori, il piccolo incremento della spaziatura tra le lettere ha portato a tempi di risposta più brevi; nel gruppo dei bambini inoltre la spaziatura ha interagito significativamente con la lunghezza della parola, l’effetto era presente in particolare con parole di sei lettere.

Nel terzo esperimento, che ha coinvolto bambini con dislessia (età media 11-13 anni), il riconoscimento di parole con spaziatura incrementata è stato significativamente più veloce e più corretto rispetto a quello di parole con spaziatura standard, inoltre, anche in questo caso il beneficio era presente in particolare con parole di sei lettere.

Nel quarto esperimento hanno testato l’effetto della spaziatura incrementata (fig. 6.13) sulla lettura di un testo valutandone la velocità di decodifica e la comprensione (venivano poste cinque domande di comprensione al termine della lettura); il testo veniva presentato a monitor e i partecipanti ricevevano la consegna di leggere ad alta voce. I risultati emersi hanno dimostrato la presenza di un beneficio importante solo per i lettori con dislessia, sia in termini di velocità di lettura che di comprensione del testo.

Uno de los niños ha cogido de su casa dos botones para los ojos del muñeco. Otro ha encontrado una zanahoria para hacerle la nariz. El más pequeño de todos ha traído de su casa un sombrero de su padre, y por supuesto, no falta quien se quita la bufanda para ponérsela al muñeco.

Uno de los niños ha cogido de su casa dos botones para los ojos del muñeco. Otro ha encontrado una zanahoria para hacerle la nariz. El más pequeño de todos ha traído de su casa un sombrero de su padre, y por supuesto, no falta quien se quita la bufanda para ponérsela al muñeco.

Fig. 6.13. Immagine tratta da Perea et al. (2012). In alto una parte del testo presentato con spaziatura leggermente incrementata tra le lettere; in basso una parte del testo con spaziatura standard.

Secondo gli autori l'incremento della spaziatura può aver portato ad un beneficio per due diverse ragioni: la riduzione dell'effetto *crowding* e la maggiore accuratezza nella codifica della posizione della lettera, con una maggiore influenza sulle parole più lunghe. Questi effetti possono aver influenzato in misura maggiore il sistema ancora immaturo di riconoscimento di lettere e delle parole dei lettori in via di sviluppo rispetto a quello dei lettori esperti.

Nei primi tre esperimenti gli autori hanno testato anche l'effetto di una spaziatura tra le sillabe, senza alcuna differenza significativa. Gli autori hanno interpretato questo risultato come coerente con l'idea per cui la spaziatura agisca nell'iniziale livello di codifica delle lettere, piuttosto che nel successivo livello sub-lessicale (es: le sillabe).

Gli autori infine considerano che la spaziatura incrementata tra le lettere all'interno di una frase può produrre un costo nella lettura dal momento che le parole spaziate affiancate cadranno lontano dal punto di fissazione con un limite per informazioni ottenute che saranno meno accurate; evidentemente nei bambini con dislessia i benefici derivanti da piccoli aumenti della spaziatura inter-lettera a livello fovea hanno superato il costo potenziale di avere le parole più separate.

Zorzi et al. (2012) hanno testato, con uno studio cross-linguistico, l'effetto dell'incremento della spaziatura sulla lettura di un testo confrontando bambini dislessici e bambini normolettori equiparati per età di lettura. Gli autori hanno reclutato un totale di 74 bambini con dislessia (età media 10,4 anni) di cui 34 italiani e 40 francesi. L'inclusione delle due lingue ha permesso di generalizzare i risultati ottenuti attraverso sistemi di lettura trasparenti, come l'italiano, e opachi, come il francese (Ziegler, Goswami 2005; Ziegler et al. 2010).

I partecipanti hanno letto un testo composto da 24 frasi di senso compiuto ma non collegate una all'altra in modo da prevenire l'uso di indizi contestuali. Il testo è stato presentato nella versione con spaziatura normale e incrementata, stampato in nero su un foglio bianco A4 con font Times New Roman dimensione 14 pt. La versione incrementata aveva una spaziatura tra le lettere di 2,5 punti (Fig. 6.14). Lo spazio tra le parole e l'interlinea sono stati aumentati per mantenere una proporzionalità all'interno del testo.

A	ando la pera. La bambina asc illo è magro. La quercia si tro fiore è rosso. La bambina ave ola. Il ragazzo non ha né capp stanno saltando sopra il murc no seduti e guardano verso la terrazza potrebbero vedere tu tetto della casa si vede anche to, ma non il bicchiere. L'elef o sul ramo dell'albero. La bar i è verde. I ragazzi raccolgono	B	Il ragazzo che lo è magro. La quercia ella città. Non so è rosso. La bambina stella, dentro cui il ragazzo non ha
----------	---	----------	--

Fig. 6.14. Immagine tratta da Zorzi et al. (2012). Esempi dei testi letti dai bambini partecipanti allo studio. (A) testo normale. (B) testo spaziato.

Il disegno sperimentale e la procedura utilizzati per questo studio sono gli stessi dell'esperimento che ho descritto nel capitolo seguente (di cui ho fatto l'analisi dei dati nel periodo del mio dottorato di ricerca), a cui rimando per meglio comprendere i risultati.

I risultati mostrano che i bambini dislessici hanno commesso meno errori leggendo il testo con spaziatura incrementata rispetto al testo normale, indipendentemente dall'ordine di somministrazione dei testi [$F_{(1,70)} = 35.16, p < 0.0001$]. Il beneficio era correlato negativamente alla performance in un compito di identificazione di lettere somministrato ai bambini francesi; in questo caso, i bambini con più difficoltà nell'identificare le lettere hanno riportato un maggiore beneficio alla lettura del testo spaziato.

Le analisi relative alla velocità di lettura hanno riportato la stessa interazione significativa [$F_{(1,70)} = 27.96, p < 0.0001$], in questo caso è risultato significativo anche l'effetto della ripetizione [$F_{(1,70)} = 27.36, p < 0.0001$], i bambini che hanno letto il testo spaziato alla seconda sessione lettura (T2) sono stati più veloci rispetto alla prima sessione di lettura (T1) in cui hanno letto il testo con spaziatura normale. In merito a quest'ultimo risultato, gli autori hanno osservato che confrontando le differenze di prestazione tra i due testi normale e spaziato alla prima lettura, risulta comunque un incremento di 0,3 sill/sec a favore del testo spaziato, che corrisponde al miglioramento medio di un bambino con dislessia durante un anno di scuola (Tressoldi, Stella & Faggella 2001); quindi il testo spaziato ha portato un incremento anche della velocità di lettura.

Per verificare se l'effetto benefico della spaziatura fosse caratteristico dei bambini con dislessia, i ricercatori hanno confrontato 30 dei partecipanti italiani con un gruppo di controllo composto da 30 normolettori più giovani (età media = 7.8) equiparati per età di lettura (RL) e livello del QI. Questo confronto è molto stringente e ha permesso di eliminare la possibile interpretazione che attribuisce il risultato alla mancanza di esperienza di lettura dei dislessici (Goswami 2003). Le analisi hanno riportato che l'effetto della spaziatura, per entrambi i parametri, ma in misura maggiore per la correttezza, portava ad un miglioramento significativo per i dislessici rispetto al gruppo di controllo [$F_{(1,58)} = 5,95, p = 0,018$]. Secondo quest'ultimo risultato, l'effetto del *crowding* sembra essere specifico delle persone con dislessia.

Per confermare l'efficacia della spaziatura una parte del campione dei dislessici italiani è stato ritestato due mesi più tardi (T3) ed ha letto il testo con la stessa spaziatura utilizzata per la prima lettura; nuovamente l'interazione a dimostrazione dell'efficacia della spaziatura incrementata è risultata significativa. Tutti i risultati descritti finora sono visibili nella Fig. 6.15.

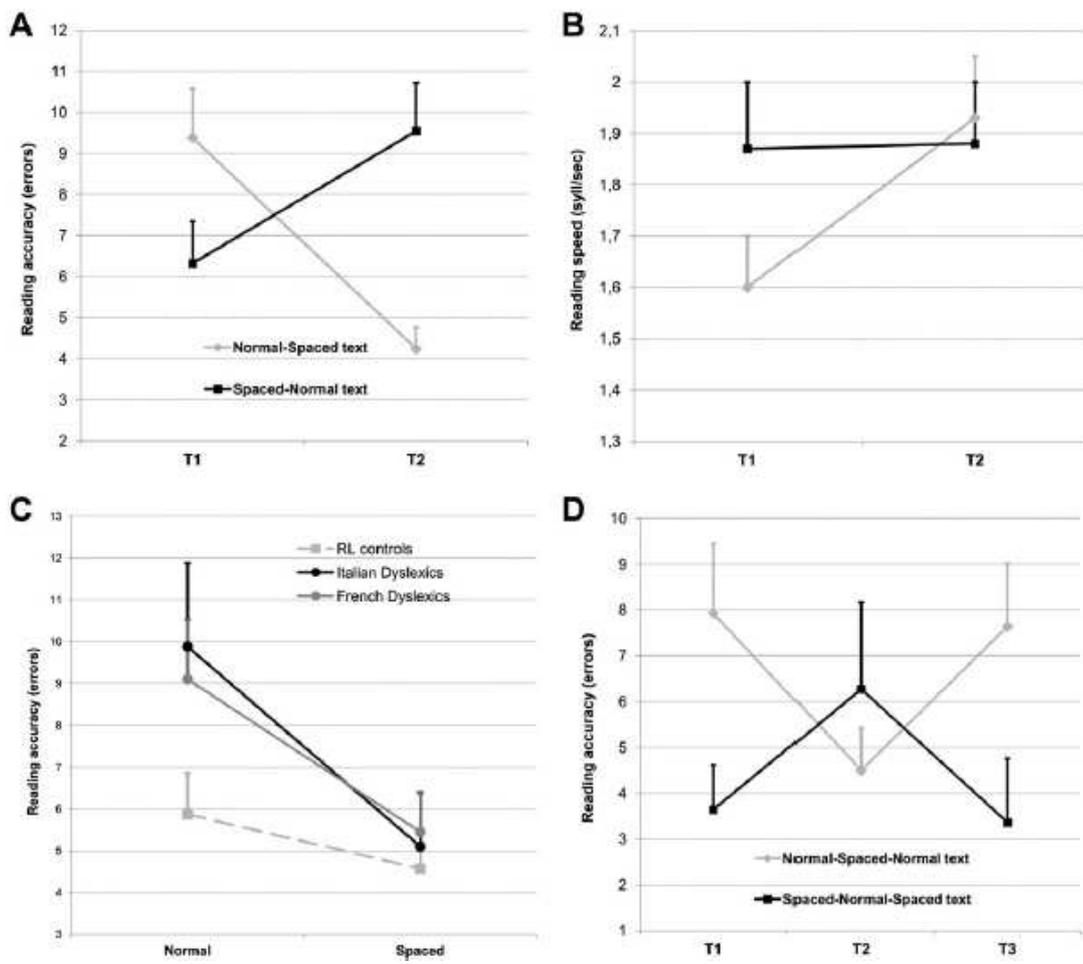


Fig. 6.15. (A) Accuratezza misurata in numero di errori (parole non corrette) in funzione del gruppo e della sessione di lettura. Il gruppo 1 ha letto il testo normale alla prima sessione di lettura (T1) e il testo spaziato alla seconda (T2), mentre il gruppo 2 ha ricevuto l'ordine opposto. (B) Velocità di lettura misurata in sillabe al secondo, in funzione del gruppo e della sessione di lettura. (C) Accuratezza di lettura (numero di errori) nelle condizioni normale e incrementata per i dislessici italiani, i dislessici francesi e un gruppo più giovane di controllo composto da bambini italiani equiparati per età di lettura (RL) al campione di dislessici italiani. (D) Accuratezza di lettura (numero di errori) per un sottoinsieme di bambini dislessici che sono stati testati una terza volta. Il gruppo 1 ha letto il testo normale alla prima sessione di lettura (T1), e il testo spaziato alla seconda (T2), e il testo normale alla terza (T3), mentre il gruppo 2 ha ricevuto l'ordine opposto. Le barre di errore rappresentano i valori dei SEM.

Per testare l'efficacia della spaziatura "on the fly", quindi durante la stessa sessione di lettura, i ricercatori hanno eseguito un ulteriore esperimento con un nuovo gruppo di 20 ragazzini italiani con dislessia. Sono stati usati due testi perfettamente equiparati per numero di parole, numero di sillabe, frequenza delle parole e categoria grammaticale. La spaziatura tra le righe del testo con spaziatura standard è stata raddoppiata, per valutare l'effetto della spaziatura incrementata tra senza qualsiasi

potenziale contributo della più ampia spaziatura delle righe. Tutti i soggetti hanno letto entrambi i testi in due diverse sessioni in cui l'assegnazione di ciascun testo alla condizione di spaziatura normale vs spaziata era invertita rispetto alla prima sessione. I risultati hanno confermato i risultati già ottenuti; in entrambe le sessioni di lettura i bambini con dislessia hanno commesso significativamente meno errori nella condizione spaziata rispetto alla condizione normale (6 errori verso 11.8; t test per dati appaiati: $t(19) = 4.22$, p (a due vie) < 0.001 e 4.95 errori verso 13.5; $t(19) = 5.97$, p (a due vie) < 0.001) e hanno letto in maniera significativamente più veloce (sill/sec 1.87 vs. 1.64; $t(19) = 2.16$, $p < 0.05$ e sill/sec 2.07 vs. 1.72; $t(19) = 3.25$, $p < 0.005$).

In tutte le condizioni utilizzate per questo studio la spaziatura incrementata ha permesso ai ragazzini con dislessia, appartenenti a due diverse lingue, di incrementare la loro prestazione. Secondo Zorzi et al. (2012) questo risultato è coerente con l'ipotesi per cui l'incremento della spaziatura possa influenzare lo stadio di identificazione delle lettere, identico attraverso le varie lingue (Perry, Ziegler & Zorzi 2007; Ziegler & Goswami 2005).

Gli autori concludono affermando che lo sviluppo di un sistema neurale specializzato per il riconoscimento visivo delle parole richiede un'elaborazione ottimizzata per gestire l'identificazione parallela indipendente delle lettere nell'estrema condizione di affollamento delle parole stampate (Tydgat & Grainger 2009). Se, nei dislessici questa ottimizzazione fallisce, la spaziatura ottimale sarà più espansa rispetto ai normolettori. L'effetto benefico dell'incremento della spaziatura tra le lettere potrebbe anche essere collegato ad una difficoltà di attenzione spaziale presente nei bambini con dislessia (Facoetti et al. 2010; Vidyasagar & Pammer 2010). In effetti, l'attenzione spaziale diminuisce il *crowding* migliorando l'accuratezza dell'identificazione del bersaglio o riducendo la spaziatura critica (Whitney & Levi 2011; Yeshurun & Rashal 2010).

Sjoblom, Eaton & Stagg (2016), a seguito della ricerca di Zorzi et al. (2012), hanno testato l'effetto della spaziatura e delle coperture colorate sulla lettura del testo. Le coperture colorate sono state create per alleviare lo stress visivo poiché riducono il contrasto del materiale da leggere (Wilkins 2002); sono dei fogli di plastica che si posizionano sul materiale di lettura (Wilkins & Lewis 1999). Sono state ampiamente consigliate alle persone con dislessia, ma le evidenze della loro efficacia non sono del tutto chiare (Henderson, Tsogka, & Snowling 2013). Hanno confrontato partecipanti

adulti con dislessia e normolettori in quattro condizioni sperimentali (testo con spaziatura normale senza coperture, testo con spaziatura normale con coperture, testo con spaziatura incrementata senza coperture e testo con spaziatura incrementata con coperture). L'incremento della spaziatura è stato uguale a quello utilizzato da Zorzi et al. (2012).

Dalle analisi effettuate, l'incremento della spaziatura ha portato ad una lettura più veloce in entrambi i gruppi e ad una lettura più accurata solo nei partecipanti con dislessia. Quest'ultimo effetto era specifico di questo gruppo, ad indicare che, nelle persone con dislessia, un miglioramento nella velocità di lettura non ha impedito di migliorare anche la correttezza. Gli autori concludono affermando che le persone con dislessia sono affette dal *crowding* in misura diversa dai normolettori e possono trarre beneficio dalla spaziatura.

Secondo gli autori la forza del loro studio, rispetto a quello di Zorzi et al (2012), sta nel fatto di aver utilizzato un testo continuo, affrontato più comunemente nella vita di tutti i giorni, piuttosto che delle frasi singole e indipendenti tra loro. I loro risultati hanno dimostrato che, per le persone con dislessia, il vantaggio dato dalla spaziatura incrementata è presente, facilitando la comprensione, anche quando il materiale fornisce indicazioni contestuali al lettore.

Riguardo alle coperture colorate i risultati non hanno riportato alcun miglioramento significativo.

Anche Pinna e Deiana (2018) in uno studio recente hanno studiato l'effetto delle variazioni cromatiche sui processi di lettura bambini e adulti con dislessia e normolettori. Hanno confrontato per la lettura di parole e non-parole l'effetto di quattro diverse condizioni: monocromatica (tutto il testo stampato con un unico colore), parola (ogni parola stampata in un colore differente), mezza parola (la prima metà della parola stampata con un colore diverso dalla seconda metà), sillaba (ogni sillaba colorata diversamente), e lettera (ogni lettera colorata diversamente). I risultati ottenuti hanno dimostrato che le variabili di velocità, correttezza e comprensione del testo sono tutte fortemente influenzate dalle cinque condizioni cromatiche. Secondo gli autori, l'effetto facilitatore del colore sulla lettura e la scrittura di parole e non parole potrebbe essere usato per arricchire i classici metodi di insegnamento e le tecniche di riabilitazione nei casi di disturbi dell'apprendimento.

Hakvoort et al. (2017) hanno replicato lo studio di Zorzi et al. (2012) seguendo lo stesso paradigma. Hanno confrontato bambini con dislessia (n=30; età media= 9 anni e 11 mesi) e normolettori (n= 30; età media= 9 anni e 9 mesi), equiparati per età cronologica, nella lettura di frasi con spaziatura normale e incrementata. Il disegno sperimentale e la tipologia di spaziatura utilizzati erano gli stessi di Zorzi et al. (2012). Dai risultati di questo studio entrambi i gruppi, con dislessia e normolettori, hanno beneficiato in termini di correttezza alla lettura del testo spaziato, ed entrambi in questa condizione non hanno aumentato la velocità. A differenza dei risultati di Zorzi et al. (2012), il miglioramento riscontrato non si è dimostrato specifico delle persone con dislessia.

In un secondo esperimento gli autori hanno coinvolto un campione di 92 bambini in cui non è stata verificata la presenza di dislessia, dal momento che questo elemento distintivo non si è dimostrato significativo al primo esperimento. Ai partecipanti hanno somministrato due blocchi di frasi, uno con spaziatura standard e l'altro con spaziatura incrementata di +1.2. In metà dei bambini le frasi venivano presentate per intero a monitor, nell'altra metà venivano fatte comparire con una parola alla volta in autonomia dal partecipante. In quest'ultima condizione, che presupponeva la lettura di una parola alla volta, non si è verificato alcun incremento in accuratezza, come è già stato dimostrato da van den Boer & Hakvoort (2015). In linea con il primo esperimento la spaziatura incrementata ha portato un miglioramento in termini di correttezza nella condizione in cui i partecipanti ricevevano la frase per intero.

I risultati, oltre ad aver dimostrato l'assenza di un beneficio specifico per i lettori con dislessia e l'assenza di un miglioramento a carico della velocità di lettura, hanno rilevato che il miglioramento dovuto all'incremento di spaziatura si verifica solo a livello della frase, quando questa viene presentata per intero e non singolarmente parola per parola.

In uno studio recente Joo et al (2018) hanno dato una risposta all'eterogeneità di risultati riguardanti il *crowding* e l'espansione della spaziatura nelle persone con dislessia. Hanno dimostrato che il *crowding* correla con le abilità di lettura di adulti e bambini e che solo adulti con dislessia con un *crowding* elevato beneficiano di una spaziatura espansa che possa alleviare l'effetto che si verifica nel testo scritto.

Hanno coinvolto in tre esperimenti 39 adulti, di cui 29 con dislessia o difficoltà di lettura.

Nel primo esperimento hanno misurato il *crowding* nei partecipanti a due diversi livelli di eccentricità (vicina: 6° e lontana: 10°) utilizzando degli stimoli non linguistici; per quantificare l'effetto hanno definito la spaziatura critica (distanza minima da centro a centro tra il target e gli stimoli di fianco) a cui l'osservatore riusciva a identificare correttamente il target con una correttezza dell'82%. Hanno rilevato che la spaziatura critica al livello più vicino di eccentricità (6°) correlava negativamente con le abilità di lettura: soggetti con una spaziatura critica più elevata, ad indicazione di un maggiore effetto *crowding*, avevano competenze di lettura peggiori rispetto ai soggetti con bassa spaziatura critica. La spaziatura critica misurata ad un'eccentricità lontana (10°) non correlava con le competenze di lettura.

In un secondo esperimento hanno misurato l'attenzione spaziale dei partecipanti tramite un compito di identificazione dell'orientamento di uno stimolo target inclinato all'interno di una serie di altri sette stimoli.

Per determinare se il *crowding* potesse contribuire alle differenze individuali nelle competenze di lettura gli autori hanno utilizzato un terzo esperimento in cui hanno manipolato la spaziatura tra le lettere, le parole e le righe del testo e hanno presentato ai partecipanti liste di parole e non parole nella versione con spaziatura incrementata e normale; hanno ipotizzato che la spaziatura incrementata avrebbe potuto alleviare gli effetti dannosi di un ambiente visivo affollato (come quello del testo) nei casi di sistema visivo danneggiato (come quello delle persone affette dal *crowding*); in base a questa ipotesi la misura in cui ogni persona avrebbe beneficiato di una maggiore spaziatura del testo sarebbe dipesa dalla sua spaziatura critica.

Le analisi effettuate hanno confermato le loro ipotesi: la spaziatura critica era correlata con la spaziatura del testo e solo soggetti con un *crowding* elevato beneficiavano del testo con spaziatura incrementata. L'entità dell'effetto *crowding* (la dimensione della spaziatura critica) era un predittore dell'effetto spaziatura e le competenze di lettura di base risultavano solo marginalmente significative. Inoltre, gli effetti benefici della spaziatura del testo erano maggiori per i soggetti con spaziatura critica più ampia (e quindi maggiore effetto *crowding*). Quindi, un *crowding* elevato, indipendentemente dalle competenze di lettura, è risultato essere un predittore importante dell'effetto della spaziatura del testo.

Per verificare la possibile implicazione dell'attenzione visuospatiale come meccanismo coinvolto che potesse spiegare i risultati ottenuti, gli autori hanno condotto il secondo esperimento e hanno rilevato l'assenza di una relazione tra l'indice

di attenzione e l'effetto spaziatura del testo o la spaziatura critica, quindi il miglioramento nella lettura ottenuto grazie alla spaziatura incrementata del testo non era spiegato da un danno all'attenzione selettiva; più in generale, *crowding* e attenzione selettiva, secondo Joo et al (2018) sembrano non riflettere un meccanismo comune.

I risultati ottenuti da Joo et al. (2018) dimostrano che il *crowding* visivo è un meccanismo che contribuisce alle difficoltà di lettura in un sottoinsieme delle persone con dislessia (il risultato è consistente con i dati già ottenuti in precedenza da altre ricerche (Bouma & Legein 1977; Doron et al. 2015; Martelli et al. 2009)), e dimostrano che la severità del *crowding* individuale, misurabile con un semplice test, può predire l'efficacia della spaziatura del testo per quella persona. Lo studio ha inoltre importanti implicazioni teoriche in relazione ai possibili meccanismi sottostanti alla dislessia e fornisce supporto per il modello di deficit multipli sottostanti (Joo et al. 2017; Pennington 2006).

PARTE EMPIRICA

Dalla letteratura finora esposta è possibile comprendere come la ricerca scientifica sulla dislessia stia dedicando parte degli studi ad isolare le variabili del testo che possono avere un'influenza sulla prestazione di lettura delle persone con dislessia.

Da un lato, alcune ricerche relative all'influenza dell'effetto *crowding* (Spinelli et al. 2002; Martelli et al. 2009; Zorzi et al. 2012; Perea et al. 2012; Joo et al., 2018) hanno dimostrato che una maggiore spaziatura del testo può migliorare le prestazioni di lettura di queste persone. Gli studi relativi all'effetto della spaziatura fanno riferimento principalmente a un filone di ricerca che ha l'obiettivo di studiare le concause che possono contribuire a creare il disturbo (Menghini et al., 2010).

Dall'altro troviamo gli studi relativi ad altre variabili tipografiche, principalmente la forma del font, che fanno riferimento in modo particolare alle raccomandazioni che sono state date fino ad oggi per agevolare la lettura delle persone con dislessia (<http://bdatech.org/what-technology/typefaces-for-dyslexia/>) e ai font “dyslexia friendly” (Lexia Readable, OpenDyslexic, Dyslexie font, Sylexiad®, Sasson®, Read Regular®, EasyReading®). Tali studi vengono da tempo pubblicati senza un consistente supporto scientifico.

Le due diverse ricerche esposte in questa tesi hanno perseguito ognuna uno dei due ambiti di ricerca.

La ricerca su “Spaziatura e lettura di pseudoparole”, basandosi sulla dimostrazione di efficacia della spaziatura del testo sulla lettura di parole ottenuta dallo studio di Zorzi et al. (2012), ha voluto verificare se tale beneficio per le persone con dislessia potesse verificarsi anche quando viene coinvolta principalmente la lettura fonologica dove è necessaria l'identificazione di ogni singola lettera (Pelli, Farell, & Moore 2003; Montani, Facoetti, & Zorzi 2014). I risultati, aggiungendo informazioni relative al livello di lettura in cui l'effetto *crowding* può interferire, contribuiscono ad arricchire la letteratura che ne sta studiando le caratteristiche.

La ricerca su “Font e lettura” ha studiato l'effetto di alcune variabili relative alla forma del font sulla prestazione di lettura e su altre prove connesse a questa, valutando anche il legame esistente tra preferenza dimostrata ed effettiva prestazione.

Le due ricerche si muovono in direzioni diverse, una centrata maggiormente sullo studio dell'effetto *crowding*, con l'obiettivo di approfondirne la conoscenza, l'altra rivolta alle possibili soluzioni che aiutino nell'immediato a facilitare la lettura delle

persone con dislessia. Sono state accorpate in questa tesi in quanto coinvolgono la modifica di variabili tipografiche, a livello di macro (la spaziatura) e microstruttura del testo (il font), e si concentrano sulle possibili soluzioni, di tipo “visivo”, al disturbo.

DD	Lettori con dislessia evolutiva
NR	Normolettori
N	Spaziatura normale
I	Spaziatura incrementata
M	Font migliore
P	Font peggiore
GADD	Giovani adulti con dislessia
GANR	Giovani adulti normolettori
RDD	Ragazzi con dislessia evolutiva
RNR	Ragazzi normolettori

Principali abbreviazioni utilizzate nella parte empirica

7 RICERCA 1: SPAZIATURA E LETTURA DI PSEUDOPAROLE

Ad oggi sono molte le ricerche che dimostrano che le persone con dislessia sono influenzate dall'effetto *crowding* in misura maggiore rispetto ai normolettori (Bouma & Legein 1977; Perea & Gomez 2012; Perea, Moret-Tatay, Gómez 2011; Zorzi et al. 2012; rassegne in Gori & Facoetti 2015; Martelli et al. 2009).

Zorzi et al. (2012) in uno studio multicentrico hanno dimostrato che i bambini con dislessia italiani e francesi leggono meglio (più velocemente e in maniera più accurata) il testo stampato con una spaziatura incrementata rispetto al testo con spaziatura normale. La condivisione del risultato nei bambini di entrambe le nazionalità ha permesso di concludere che l'incremento della spaziatura possa influenzare lo stadio di identificazione delle lettere, identico attraverso le varie lingue (Perry, Ziegler, Zorzi 2007; Ziegler, Goswami 2005).

Montani, Facoetti & Zorzi (2015) hanno dimostrato un importante effetto della spaziatura sull'identificazione delle pseudoparole nei normolettori, questo risultato ha suggerito che l'incremento del *crowding* possa essere particolarmente dannoso per la decodifica fonologica. Estendendo questa considerazione ai lettori con dislessia, gli autori hanno ipotizzato che per i lettori dislessici l'effetto possa essere più forte quando devono decodificare parole non familiari o non parole dove viene richiesta un'attenzione visiva focalizzata (Montani, Facoetti, & Zorzi 2014).

Una decodifica fonologica danneggiata nei dislessici è collegata con un deficit nell'attenzione visiva (Facoetti et al. 2006; 2010); Franceschini et al. (2013) hanno dimostrato che una riabilitazione mirata al recupero di queste competenze porta nei bambini con dislessia ad un miglioramento della decodifica delle pseudoparole.

Alla luce di quanto esposto, si è ipotizzato che la spaziatura incrementata possa aiutare la decodifica dei bambini con dislessia anche quando leggono delle pseudoparole, compito in cui viene richiesta una lettura fonologica lettera per lettera, completamente priva di indizi contestuali, e dove l'identificazione di ogni lettera è critica per il corretto processamento (Perry, Ziegler & Zorzi 2007).

È stato condotto quindi uno studio, che si pone come continuazione di quello di Zorzi et al. (2012), con lo stesso disegno sperimentale e gli stessi materiali, che ha utilizzato, al posto delle parole, un testo composto da pseudoparole.

Gli obiettivi dello studio erano i seguenti:

1. Verificare se la prestazione di lettura di bambini con dislessia migliora (in termini di velocità e/o accuratezza) quando leggono un testo composto da pseudoparole stampato con spaziatura incrementata rispetto alla spaziatura normale, come risultato di una riduzione del *crowding*;
2. Verificare se i benefici derivati dalla spaziatura espansa sono maggiori per i bambini con dislessia rispetto ai normolettori di simile livello di lettura;

7.1 METODO

Lo studio è stato approvato dal Comitato indipendente di Bioetica dell'IRCCS Burlo Garofolo ed è stato realizzato presso la Struttura Complessa di Neuropsichiatria Infantile dell'IRCCS Burlo Garofolo in collaborazione con l'Università di Padova. L'analisi dei risultati è stata condotta in collaborazione tra IRCCS Burlo Garofolo e l'Università di Trieste durante il mio percorso di dottorato.

La ricerca prevedeva il reclutamento di un gruppo di partecipanti composto da bambini con dislessia e un gruppo di controllo di bambini normolettori; a ciascun partecipante, in due sessioni diverse, è stato somministrato lo stesso testo composto da pseudoparole; in una sessione il testo era stampato con spaziatura normale, nell'altra con spaziatura espansa.

7.1.1 PARTECIPANTI

I due gruppi di partecipanti erano composti da:

- Bambini con Dislessia Evolutiva (DD)
- Bambini normolettori (NR)

I due gruppi reclutati erano simili per livello medio di lettura; durante il reclutamento la loro capacità di decodifica è stata valutata tramite la lettura ad alta voce di parole isolate.

Il gruppo dei bambini con Dislessia Evolutiva (DD) era composto da venti bambini di età compresa tra gli 8 e i 14 anni (8 maschi e 12 femmine; età media: 124,7 mesi) ed è stato selezionato da un gruppo più ampio di pazienti con dislessia della Struttura di Neuropsichiatria dell'IRCCS Burlo Garofolo. La diagnosi di dislessia è

stata effettuata attraverso una valutazione completa da parte del gruppo interdisciplinare di psicologi e neurologi della Struttura.

Il criterio di inclusione per il reclutamento era la presenza di una prestazione di lettura di 2 DS sotto la norma almeno in uno dei test standardizzati di valutazione della competenza di lettura inclusi nella batteria utilizzata per la diagnosi (Sartori, Job, Tressoldi 2007); i criteri di esclusione erano la presenza di: (a) un'abilità di linguaggio all'interno di un range patologico; (b) un Disturbo da Deficit di Attenzione con Iperattività (c) particolari problematiche emotive che potessero inficiare l'esecuzione delle prove.

Il gruppo dei bambini normolettori (NR) era composto da 26 partecipanti, tutti di circa sette anni (12 femmine e 14 maschi, età media: 93,9 mesi), arruolati in due classi seconde di una scuola primaria del comune di Trieste. Ho scelto la seconda classe per selezionare un campione che fosse equiparabile come livello medio di lettura al campione sperimentale.

Gli insegnanti e il preside della scuola sono stati preventivamente informati riguardo alla procedura della ricerca e hanno consegnato il consenso informato alle famiglie.

I bambini autorizzati sono stati testati individualmente dalla sperimentatrice in una stanza tranquilla; anche in questo caso le competenze di lettura sono state testate tramite una batteria standardizzata di valutazione della dislessia e della disortografia (Sartori, Jo & Tressoldi 2007). Una stima dei QI verbali e di performance è stata ottenuta tramite i sub-test Somiglianze e disegno con cubi della scala WISC-R.

Tutti i partecipanti parlavano la lingua italiana e avevano acuità visiva normale o corretta con lenti da vista. I genitori hanno ricevuto dettagliate informazioni riguardo alle prove che i bambini avrebbero dovuto svolgere ed è stato garantito loro l'anonimato sui dati raccolti e richiesto il consenso informato affinché i bambini potessero partecipare alla ricerca. Tutti i partecipanti durante la seduta sperimentale sono stati incoraggiati a fare del loro meglio.

Nella Tabella 7.1 sono elencati i dati relativi ai due campioni.

Come si può osservare, mentre l'età è chiaramente diversa, non ci sono differenze significative tra i due gruppi per il sesso e i risultati ai sub-test della scala WISC-R. L'accuratezza e la velocità media alla prova di lettura di parole isolate è simile nei due campioni, mentre c'è una variabilità maggiore nel gruppo dei DD rispetto ai NR nella velocità di lettura di parole. I due campioni sono significativamente diversi se si

confrontano i punti z di velocità e accuratezza di lettura, come atteso in base al deficit di lettura del campione DD.

Tabella 7.1 Caratteristiche di base dei due campioni di bambini arruolati, DD e NR. Se non specificato diversamente, i valori sono espressi in media e deviazione standard (tra parentesi).

	Campione DD	Campione NR	p (<i>t</i> a due vie)
Dimensione del campione (n)	20	26	
Femmine [n (%)]	8 (40.0%)	12 (46.2%)	0.7
Età in mesi	124.7 (23.6)	93.9 (4.0)	< 0.001
QI Performance	114.9 (16.2)	-	-
QI Verbale	106.4 (10.8)	-	-
Somiglianze (WISC-R)	11.8 (3.0)	11.9 (2.5)	0.992
Disegno con cubi (WISC-R)	12.3 (3.8)	10.9 (2.1)	0.092
Velocità alla lettura di parole (sill/s)	1.17 (0.66)	1.37 (0.30)	0.204
Accuratezza alla lettura di parole [p(correct)] *	0.87 (0.08)	0.90 (0.06)	0.216
Tempo impiegato per la lettura di non parole (punto z)	-5.07 (3.03)	-0.39 (0.56)	< 0.001
Accuratezza alla lettura di parole (punto z)	-2.83 (1.97)	-0.40 (0.95)	< 0.001

* test statistici su dati trasformati in logit

7.1.2 MATERIALI

Il materiale somministrato consisteva in uno pseudotesto composto da 92 pseudoparole (186 sillabe e 449 caratteri trascurando gli spazi). Le pseudoparole erano state create a partire dalle parole che componevano il testo utilizzato per lo studio di Zorzi et al. (2012); sono state eliminate circa la metà delle parole e sono state cambiate alcune lettere delle parole rimanenti (sia consonanti che vocali), mantenendo la maggior parte dei digrammi e trigrammi presenti nella lingua italiana. L'alternanza di parole lunghe e parole corte rispecchiava quella di un testo di lingua italiana.

Una volta eliminati i dati relativi a lunghezze inferiori o uguali a 2, la distribuzione delle stringhe di lettere nello pseudotesto e quella delle parole usate nello studio precedente di Zorzi et al. (2012) erano altamente correlate ($r=0.97$); la percentuale di

parole di una e due lettere era rispettivamente del 10% e 26% mentre la percentuale di pseudoparole di una e due lettere era dello 0% e del 16% rispettivamente.

Considerate queste caratteristiche, lo pseudotesto era equiparabile ad un normale testo di lingua italiana come quello usato nello studio di Zorzi et al. (2012), che conteneva 24 frasi di senso compiuto non collegate tra loro (per un totale di 186 parole), divise da un punto e con la lettera maiuscola all'inizio di ogni frase. Dal momento che non era presente un significato, lo pseudotesto era differente dal testo per l'assenza di punteggiatura.

Il materiale era stampato in nero su un foglio A4 con un Times New Roman di 14 pt (1 pt = 0.353 mm) in due differenti versioni: spaziatura tra le lettere normale (N) ed incrementata (I) (Appendice 11).

Il testo con spaziatura incrementata era ottenuto aumentando di circa il 40% lo spazio tra le lettere e di circa il 390% (quasi 5 volte) quello tra le parole. Il risultato finale, per una riga media di 7 parole, era di un allargamento complessivo del 70% (Fig. 7.1). Queste percentuali sono approssimative e dipendono dal numero e dal tipo di lettere nella frase e dal numero di lettere dentro la parola.

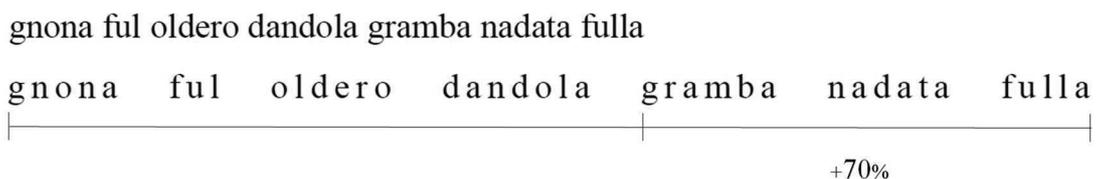


Fig. 7.1. Esempi di scrittura con spaziatura normale e spaziatura incrementata

7.1.3 DISEGNO SPERIMENTALE

Ogni campione (DD e NR) è stato diviso in maniera randomizzata in due gruppi di numerosità uguale. Ogni bambino ha letto la versione N e I dello stesso testo in due sessioni separate da un intervallo di 15 giorni (prima e seconda Sessione). Secondo un disegno crossover, ad uno dei due gruppi DD e ad uno dei due gruppi NR è stato dato da leggere il testo N alla prima sessione e il testo I alla seconda sessione (gruppi NI). Gli altri due gruppi hanno avuto la consegna opposta (gruppi IN). I partecipanti sono stati assegnati alternativamente ad uno dei due gruppi crossover in relazione all'ordine di arrivo.

Le Tabelle 7.2 e 7.3 mostrano le caratteristiche dei quattro gruppi (DD-NI, DD-IN, NR-NI, NR-IN). Non sono state rilevate differenze in termini di abilità cognitive e di lettura tra i gruppi NI e IN all'interno di ogni campione.

Tabella 7.2 Caratteristiche di base dei due gruppi (NI e IN) del campione DD. Se non specificato diversamente, i valori sono espressi in media e deviazione standard (tra parentesi).

	DD NI	DD IN	p (t a due vie)
Dimensione del campione (n)	10	10	
Età in mesi	127.3 (26.9)	122.1 (20.9)	0.636
QI di Performance	110.7 (17.8)	119 (14.2)	0.264
QI Verbale	104.8 (8.9)	107.9 (12.7)	0.537
Tempo impiegato per la lettura di			0.719
parole (punto z)	-5.32 (3.93)	-4.81 (1.93)	
Accuratezza alla lettura di parole			0.929
(punto z)	-2.87 (2.02)	-2.79 (2.02)	

Tabella 7.3 Caratteristiche di base dei due gruppi (NI vs IN) del campione NR. Se non specificato diversamente, i valori sono espressi in media e deviazione standard (tra parentesi).

	NR NI	NR IN	p (t a due vie)
Dimensione del campione (n)	13	13	
Età in mesi	93.5 (4.6)	94.2 (3.4)	0.667
Somiglianze (WISC-R)	11.5 (2.4)	12.1 (2.5)	0.581
Disegno con cubi (WISC-R)	10.6 (2)	10.6 (2.4)	1
Tempo impiegato per la lettura di			0.346
parole (punto z)	-0.28 (0.48)	-0.49 (0.63)	
Accuratezza alla lettura di parole			0.671
(punto z)	-0.32 (0.87)	-0.48 (1.04)	

7.1.4 PROCEDURA

Ho arruolato bambini con dislessia evolutiva (DD) all'interno della Struttura Complessa di Neuropsichiatria dell'IRCCS Burlo Garofolo; i bambini normolettori (NR) in due scuole primarie pubbliche della provincia di Trieste. Ho testato ogni bambino individualmente in una stanza silenziosa. Al termine della lettura dello

pseudotesto i bambini NR hanno effettuato una valutazione per verificare le abilità di lettura.

In ogni sessione entrambi i campioni hanno ricevuto le stesse istruzioni. “Ti consegno questo testo composto da parole che non esistono. Leggilo ad alta voce, dall’inizio alla fine. Io segnerò gli errori che farai e quanto tempo impiegherai per leggerlo.”

Mentre il partecipante leggeva lo pseudotesto, segnavo le parole pronunciate scorrettamente (indipendentemente dal tipo di errore e dalla gravità) e usavo un cronometro per registrare il tempo totale di lettura (dal “via” fino all’ultima parola pronunciata). I punteggi grezzi di performance erano costituiti dal numero di parole lette scorrettamente e dal tempo totale di lettura in secondi.

7.1.5 ANALISI DEI DATI

Ho analizzato separatamente le variabili accuratezza e velocità. Seguendo le indicazioni di Allerup & Elbro (1998), per l’accuratezza ho usato i valori trasformati in logit; dove $\text{logit} = \log[pc/(1 - pc)]$, con pc = proporzione di pseudoparole lette correttamente (su 92 pseudoparole); per una maggiore chiarezza i grafici utilizzati includeranno le proporzioni pc sull’asse opposto. Ho misurato la velocità di lettura in sillabe al secondo (sill/sec), in questo caso i grafici includeranno sull’asse opposto il tempo di lettura totale dell’intero pseudotesto in secondi (s) (che comprendeva 186 sillabe).

Per l’analisi dei dati ho utilizzato, un’ANOVA 2×2 a disegno misto per i campioni di DD e NR separatamente, con il Gruppo (NI vs. IN) come fattore between-subjects e la Sessione (prima vs seconda) come fattore within-subjects, sui valori di logit e sill/sec.

Dopo ogni ANOVA ho valutato il vantaggio atteso della spaziatura incrementata rispetto alla spaziatura standard usando la differenza assoluta calcolata in logit (I-N) come punteggio del guadagno in accuratezza; ho usato invece la differenza relativa espressa dalla percentuale del contrasto di Michelson $[100 \times (I-N)/(I+N)]$ come il punteggio più appropriato del guadagno in velocità. Questa scelta rispecchia il diverso intervallo delle due scale, $[-\infty, +\infty]$ per il logit mentre $[0, +\infty]$ per sill/s; inoltre, il contrasto di Michelson [rispetto alla differenza relativa $(I-N)/N$] fornisce valori simmetrici attorno al valore zero nel caso di nessun guadagno. Per calcolare le differenze tra i due campioni, ho utilizzato un’ANOVA a 3 vie con disegno misto

Campione (DD, NR) x Gruppo (NI, IN) x Sessione (prima vs seconda) su entrambi i valori di logit e sill/s.

7.2 RISULTATI

7.2.1 CAMPIONE DEI BAMBINI CON DISLESSIA EVOLUTIVA (DD)

Il grafico nella Fig. 7.1 illustra l'accuratezza dei due gruppi di partecipanti DD (NI vs IN) alla prima e alla seconda sessione; né il Gruppo (NI logit= 0.48; IN logit= 0.35; $F < 1$) né la Sessione [logit(prima) = 0.41; logit(seconda)= 0.42; $F < 1$] sono risultati significativi.

Come atteso, l'interazione Gruppo x Sessione è risultata significativa ($F_{1,18} = 72.67$; $p < 0.0001$). L'effetto è legato al disegno dello studio che prevedeva che ogni bambino leggesse la versione N (normale) e I (incrementata) dello stesso testo in due sessioni separate da un intervallo di 15 giorni (prima e seconda Sessione). Il pattern dei risultati indica un significativo effetto della spaziatura nella direzione attesa, con un'accuratezza maggiore nella condizione con spaziatura I, indipendentemente dalla Sessione; non emerge alcun effetto apprendimento. La superiorità della versione I rispetto a N è supportata dal fatto che in 20 casi su 20 nella versione I l'accuratezza è stata maggiore, con il valore medio logitI = 0.57 maggiore rispetto alla media logitN = 0.25 ($t = 8.75$, $df = 19$, $p < 0.0001$).

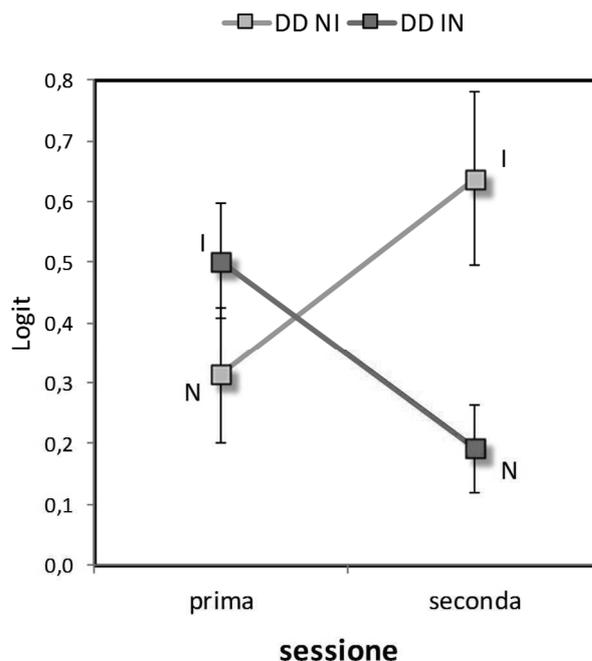


Fig. 7.1. Accuratezza di lettura dei partecipanti DD nelle quattro condizioni del disegno Gruppo(2) x Sessione(2). I valori delle medie e +/- 1 sem (barre verticali) si riferiscono ai Logit (asse delle ordinate).

Il grafico nella Fig. 7.2 illustra la velocità dei due gruppi di partecipanti DD (NI vs IN) alla prima e alla seconda sessione. Né il gruppo (NI= 0.81 sill/s; IN= 0.77 sill/sec; $F < 1$) né la Sessione [prima= 0.78 sill/s; seconda= 0.80 sill/s; $F_{1,18} = 2.20$; $p = 0.15$] hanno avuto effetto significativo. È risultata significativa l'interazione Gruppo × Sessione ($F_{1,18} = 12.31$; $p = 0.003$). Anche per la velocità, il pattern dei risultati era coerente con un effetto della spaziatura nella direzione attesa, indipendente dalla Sessione. La media della percentuale del contrasto di Michelson per la velocità di lettura [$100 \cdot (I-S)/(I+S) = 5.66$] è risultata significativamente maggiore di zero ($t = 3.21$, $df = 19$, $p = 0.002$).

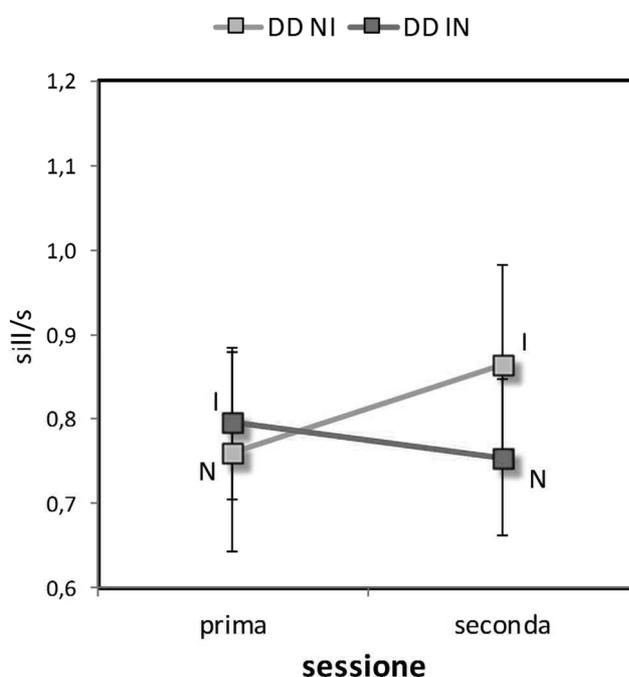


Fig. 7.2. Velocità di lettura dei partecipanti DD nelle quattro condizioni del disegno Gruppo(2) x Sessione(2). I valori delle medie e +/- 1 sem (barre verticali) si riferiscono alle sill/s (asse delle ordinate).

Le analisi dei dati relativi ad accuratezza e velocità per il campione DD forniscono risultati che si rinforzano a vicenda. Non è emersa evidenza di un apprendimento tra le due sessioni, nonostante i partecipanti leggano lo stesso pseudotesto, anche se con spaziatura diversa, dopo due settimane. Nei partecipanti DD è emerso un chiaro effetto della spaziatura incrementata sia su accuratezza (le pseudoparole lette correttamente

sono aumentate da 63% a 76%) che su velocità (che è aumentata approssimativamente da 0.76 a 0.83 sill/s).

È importante sottolineare che, seguendo le indicazioni di Tressoldi & Vio (2008), l'incremento così calcolato non ha una significatività clinica. Gli autori indicano come indice di un miglioramento clinico per la velocità un aumento superiore a quello atteso dall'evoluzione naturale, che per i dislessici, nel caso della lettura di non parole corrisponde ad un aumento superiore a 0,15 sill/sec, e nel caso della correttezza ad una riduzione di almeno il 50% del numero di errori.

7.2.2 CAMPIONE DEI BAMBINI NORMOLETTORI (NR)

Il grafico nella Fig.7.3 illustra l'accuratezza dei due gruppi di partecipanti NR (NI vs IN) alla prima e alla seconda sessione. Né il Gruppo né la Sessione hanno avuto effetto significativo ($F < 1$ per entrambi gli effetti principali). L'interazione Gruppo per Sessione è risultata significativa ($F_{1,24} = 5.12; p = 0.03$) e coerente con il disegno cross-over. Il pattern dei risultati indica un effetto significativo della spaziatura nella direzione attesa con un'accuratezza maggiore nella condizione di spaziatura I (logitI= 0.54 vs. logitS= 0.47), indipendentemente dalla Sessione ($t = 2.28, df = 25, p = 0.031$), indipendentemente quindi dal fatto che abbia letto il testo I alla prima o alla sessione di lettura.

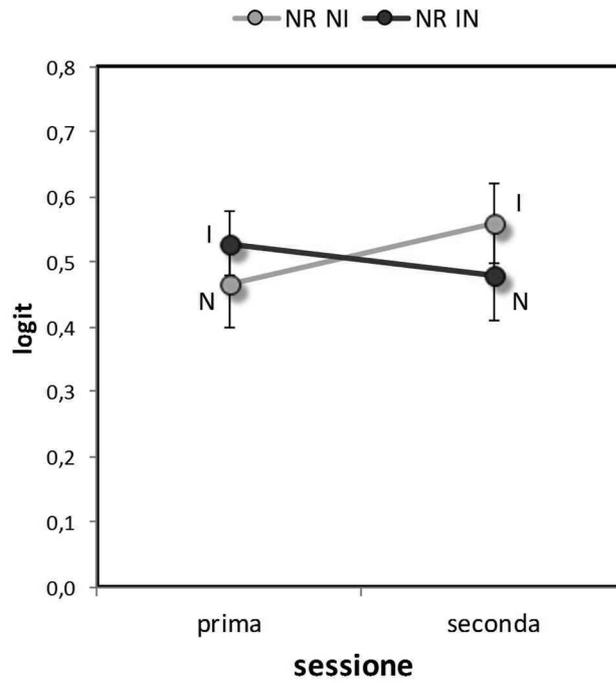


Fig. 7.3. Accuratezza di lettura dei partecipanti NR nelle quattro condizioni del disegno Gruppo(2) x Sessione(2). I valori delle medie e +/- 1 sem (barre verticali) si riferiscono ai logit (asse delle ordinate).

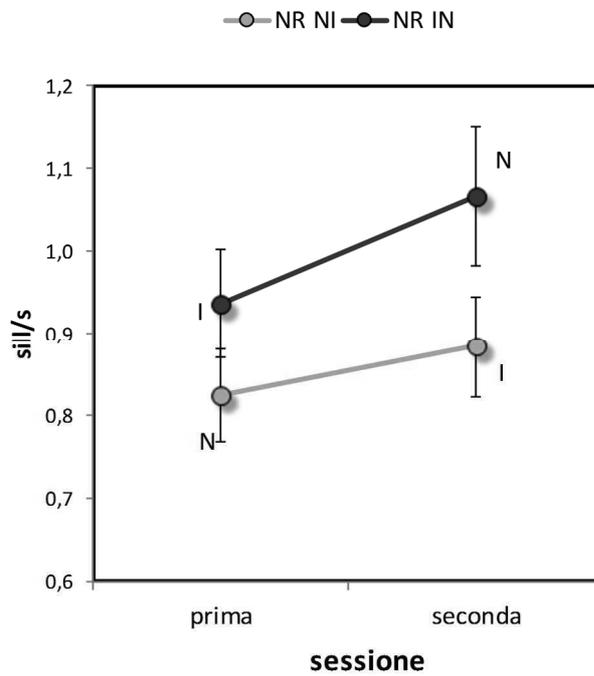


Fig. 7.4. Velocità di lettura dei partecipanti NR nelle quattro condizioni del disegno Gruppo(2) x Sessione(2). I valori delle medie e +/- 1 sem (barre verticali) si riferiscono alle sill/s (asse delle ordinate).

Il grafico nella Fig. 7.4 illustra la velocità dei due gruppi di partecipanti NR (NI vs IN) nelle due sessioni. L'effetto principale del Gruppo non è risultato significativo (NI sill/sec= 0.85; IN sill/sec= 1; $F_{1,24} = 2.55$; $p = 0.12$), mentre è risultato significativo l'effetto principale della Sessione [prima= 0.88 sill/s; seconda= 0.98 sill/s; ($F_{1,24} = 15.06$; $p < 0.001$)]. Entrambi i gruppi hanno letto meglio nella seconda sessione. L'interazione Gruppo x Sessione non è risultata significativa ($F_{1,24} = 2.12$; $p = 0.15$). Per riassumere la performance dei partecipanti NR, al parametro accuratezza è emerso un beneficio dovuto alla spaziatura, che non è emerso alla velocità. La velocità di lettura (ma non l'accuratezza) ha messo in evidenza un effetto apprendimento, che non si è manifestato nel campione dei DD.

7.2.3 CONFRONTO TRA I CAMPIONI NR E DD

Riguardo all'accuratezza, l'ANOVA a tre vie con disegno misto [Campione (DD, NR) \times Gruppo (NI, IN) \times Sessione (prima, seconda)] ha evidenziato che il valore medio del campione NR non è risultato significativamente più alto rispetto al valore medio del campione DD (logitNR = 0.505; logitDD = 0.392; $F_{1,42} = 1.49$; $p = 0.23$). L'interazione Gruppo x Sessione è risultata altamente significativa ($F_{1,42} = 64.34$; $p < 0.0001$); questo conferma la significatività della stessa interazione riportata precedentemente all'interno delle analisi separate per i due campioni.

È risultata significativa anche l'interazione a tre vie Campione x Gruppo x Sessione ($F_{1,42} = 25.92$; $p < 0.0001$), risultato che supporta la conclusione che il beneficio della spaziatura I sulla spaziatura N è maggiore per il campione DD rispetto al campione NR.

Nessun altro effetto principale o interazione è risultato significativo ($F < 1$). Per interpretare l'interazione a tre vie, ho utilizzato anche un confronto post-hoc dell'accuratezza media con la spaziatura N e la spaziatura I nei due campioni. Come indicato nella Fig. 7.5, l'accuratezza (asse verticale) è stata più elevata nel campione NR rispetto al campione DD per la spaziatura N ($t = 2.79$, $df = 44$, $p = 0.0078$), mentre non differiva tra i campioni per la spaziatura I ($t = -0.32$, $df = 44$, $p = 0.7479$). In altre parole, i due campioni – sebbene equivalenti nella loro prestazione di base al compito di lettura di parole (Tabella 7.1) – differivano nella loro performance alla lettura dello pseudotesto contenente pseudoparole.

Per quanto riguarda la velocità, l'effetto principale del Campione non raggiunge il livello di significatività (NR = 0.93 sill/s; DD = 0.79 sill/s; $F_{1,42} = 2.58$; $p = 0.12$).

Come per l'accuratezza, l'effetto principale del gruppo sulla velocità non è risultato significativo ($F < 1$). Al contrario, l'effetto principale della Sessione è risultato significativo (prima= 0.83 sill/s; seconda = 0.89 sill/s; $F_{1,42} = 14.23$; $p = 0.0005$), suggerendo che la velocità – diversamente dall'accuratezza – è stata influenzata dall'apprendimento. L'interazione Gruppo x Sessione non è risultata significativa ($F_{1,42} = 1.17$; $p = 0.28$). L'interazione Campione x Sessione è vicina alla significatività ($F_{1,42} = 3.79$; $p < 0.0582$), suggerendo che l'apprendimento è stato maggiore nel campione dei NR (prima= 0.88 sill/s; seconda = 0.98 sill/s) rispetto al campione dei DD (prima= 0.78 sill/s; seconda = 0.81 sill/s).

L'interazione Campione x Gruppo non è risultata significativa ($F_{1,42} = 1.22$; $p = 0.2756$). L'interazione a tre vie Campione x Gruppo x Sessione è risultata significativa ($F_{1,42} = 10.44$; $p < 0.0024$), risultato che supporta la conclusione – che deriva dall'osservazione delle Fig. 7.2 e 7.4 – che le velocità ottenute nel pattern del disegno cross-over erano diverse nei due campioni. I confronti post-hoc della velocità media hanno fornito risultati simili a quelli ottenuti per l'accuratezza. Come si evidenzia nella Fig. 7.5 la velocità (asse orizzontale) è stata maggiore nel campione dei NR rispetto ai DD alla lettura dello pseudotesto con spaziatura N ($t = 2.25$, $df = 44$, $p = 0.0293$), mentre non differiva tra i campioni per la spaziatura I ($t = 0.96$, $df = 44$, $p = 0.3409$).

Non considerando la Sessione (un fattore che ha portato a un miglioramento significativo solo per la velocità, principalmente nel campione NR) l'effetto della spaziatura nei due campioni è rappresentato nella Fig. 7.5.

La spaziatura incrementata ha prodotto un chiaro vantaggio nei partecipanti DD, sia in accuratezza che in velocità di lettura. D'altra parte la performance dei partecipanti NR era compatibile con un complessivo effetto trade-off velocità-accuratezza: quando hanno letto lo pseudotesto con spaziatura incrementata i normolettori della seconda classe della scuola primaria sono stati più accurati ma leggermente – anche se non significativamente - più lenti. Tali conclusioni sono supportate dai risultati che seguono relativi ai confronti pianificati effettuati sulle condizioni di I vs N, indipendentemente dalla Sessione.

Riguardo all'accuratezza, ho confrontato i due campioni usando come punteggio individuale la differenza tra i valori di logit per le versioni I e N dello pseudotesto. Come atteso, la differenza è risultata positiva in entrambi i campioni DD [I-N differenza logit = $(0.57 - 0.25) = 0.32$; $t = 8.75$, $df = 19$, $p < 0.001$] e NR [(0.54 - 0.47)

= 0.07; $t = 2.28$, $df = 25$, $p = 0.031$] ma significativamente maggiore nel campione DD (DD vs. NR: $t = 4.49$, $df = 44$, $p < 0.001$).

Per confrontare i valori relativi alla velocità, ho usato come punteggio di miglioramento il contrasto di Michelson (i.e., un indice della differenza relativa). Il miglioramento è risultato maggiore di zero nel campione DD [$100 \cdot (I-N)/(I+N) = 5.66$; $t = 3.49$, $df = 19$, $p = 0.0024$], ma non nel campione NR [$100 \cdot (I-N)/(I+N) = -1.54$; $t = -1.005$, $df = 25$, $p = 0.325$). La differenza tra i miglioramenti nella velocità dei due campioni è risultata significativa ($t = 3.22$, $df = 44$, $p = 0.0024$).

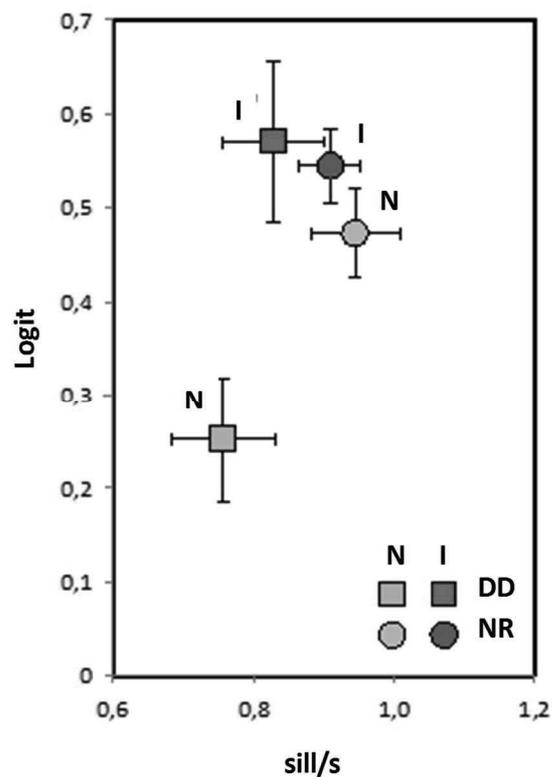


Fig. 7.5. Prestazione dei partecipanti DD e NR alle versioni N e I dello pseudotesto, senza considerare la sessione, in versione velocità x accuratezza. L'asse delle ascisse rappresenta la velocità espressa in sill/s. L'asse delle ordinate rappresenta l'accuratezza espressa in logit. Le barre verticali e orizzontali rappresentano i valori +/- 1 sem.

7.3 DISCUSSIONE

L'ipotesi che le persone con dislessia risentano dell'effetto *crowding* in misura maggiore dei normolettori è supportata da parecchi studi (Bouma & Legein 1977; Geiger & Lettvin 1987; Gori & Facoetti 2015; Joo et al. 2018; Martelli et al. 2009;

Montani, Facoetti, Zorzi 2015; Perea & Gomez 2012; Perea et al. 2012; Sjoblom, Eaton & Stagg 2016; Spinelli et al. 2002; Zorzi et al. 2012).

In questa ricerca abbiamo valutato se il *crowding* visivo possa interferire con la lettura di pseudoparole in bambini con dislessia e normolettori. Abbiamo verificato se i bambini con dislessia leggano un testo composto da pseudoparole stampate con una spaziatura incrementata con maggiore facilità rispetto ad una spaziatura normale, come risultato dell'effetto *crowding*; abbiamo verificato inoltre se il beneficio osservato nei bambini con dislessia possa essere maggiore rispetto ai bambini normolettori con età di lettura simile.

I risultati ottenuti in questo studio hanno dimostrato la presenza di un chiaro effetto della spaziatura incrementata sull'accuratezza e sulla velocità di lettura dei bambini con dislessia; il beneficio può essere spiegato in termini di riduzione del *crowding* sulla lettura di questi bambini (Gori et al. 2015).

I dati sono in linea con quanto già dimostrato dalla ricerca precedente di Zorzi et al. (2012) per la lettura di parole. Gli autori, usando un testo composto da singole frasi, hanno dimostrato che i bambini dislessici di due nazionalità diverse (italiana e francese) leggevano meglio il testo con la spaziatura incrementata rispetto al testo scritto con spaziatura normale. La presenza dell'effetto *crowding* nei due diversi sistemi di scrittura: trasparente (l'italiano), quindi con una corrispondenza uno-a-uno tra lettere e suoni, e opaco (il francese), in cui la relazione suono lettera si dimostra meno consistente (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler 2001) ha permesso agli autori di concludere che l'incremento della spaziatura possa influenzare lo stadio iniziale di identificazione delle lettere (Perry, Ziegler & Zorzi 2007; Ziegler, Goswami 2005).

Zorzi et al. (2012) hanno inoltre dimostrato che l'effetto benefico della spaziatura incrementata nei bambini con dislessia era presente *on the fly*, quindi all'interno della stessa sessione di lettura; nei normolettori l'effetto della spaziatura non era significativo né in termini di correttezza né di rapidità.

I risultati ottenuti in questo studio estendono quelli di Zorzi et al. (2012) alla lettura di pseudoparole, in cui un processamento efficace necessita dell'identificazione corretta delle singole lettere (Pelli, Farell, & Moore 2003).

I risultati si dimostrano in linea anche con quanto dimostrato da Montani, Facoetti & Zorzi (2015) che hanno rilevato un importante effetto della diminuzione della spaziatura sull'identificazione delle pseudoparole nei normolettori, a dimostrazione

del fatto che l'incremento del *crowding* possa essere particolarmente dannoso per la decodifica fonologica dove è necessaria l'identificazione di ogni singola lettera e viene richiesta un'attenzione visiva focalizzata (Montani, Facoetti, & Zorzi 2014). Il risultato rilevato da Montani, Facoetti e Zorzi (2015) sui normolettori con la riduzione della spaziatura può essere interpretato come un modello dell'interferenza del *crowding* nei dislessici sulla lettura di pseudoparole con spaziatura normale.

Anche in questo caso, in base ai risultati ottenuti che hanno dimostrato una mancanza di interazione tra spaziatura e lunghezza della parola, gli autori hanno considerato che l'effetto *crowding* possa essere presente nello stadio iniziale del processamento delle lettere, comune alla via lessicale e sublessicale, quando avviene il loro rilevamento (Coltheart, Rastle, Perry et al. 2001; Perry et al. 2007; 2010). Questa conclusione è coerente con quanto rilevato da Perea & Gomez (2012) con l'utilizzo del modello di diffusione di Ratcliff (1978).

Anche i bambini normolettori con un'età di lettura simile ai bambini dislessici hanno migliorato la loro prestazione di lettura con il testo scritto con la spaziatura incrementata. Il risultato, che comunque si dimostra in maniera statisticamente significativa minore rispetto ai dislessici, può dimostrare il fatto che anche i bambini che si trovano all'inizio dell'apprendimento della letto-scrittura possono risentire di un effetto *crowding* nell'identificazione delle lettere e beneficiare quindi della spaziatura come dimostrato anche da Hughes & Wilkins (2002).

L'effetto benefico ottenuto con l'incremento della spaziatura sulla lettura delle pseudoparole da parte dei bambini con dislessia potrebbe essere collegato ad una debole attenzione visuo-spaziale (Facoetti et al. 2006; 2010). È dimostrato che le persone con dislessia hanno un ritardo nello spostamento dell'attenzione (Hari & Renvall 2001), in particolare quando presentano deficit nella decodifica fonologica (Facoetti et al. 2006; 2010).

Lo spostamento dell'attenzione migliora la percezione visiva intensificando il segnale all'interno del focus dell'attenzione e diminuendo l'effetto del rumore al di fuori; si tratta del risultato del meccanismo di agganciamento sull'oggetto rilevante e dello sganciamento dall'oggetto precedente verso l'oggetto seguente (Gori e Facoetti 2015).

Il deficit attentivo può aver un effetto dannoso sulla segmentazione della stringa di lettere nei suoi costituenti (Facoetti, Trussardi, Ruffino 2010); questa difficoltà è presente anche nei bambini che si trovano ancora ad uno stadio di pre-lettura (*pre-*

readers) ma che sono a rischio di diventare dislessici. (Facoetti, Corradi, Ruffino, Gori & Zorzi 2010; Franceschini et al. 2012). Inoltre, Franceschini et al. (2013) hanno dimostrato che una riabilitazione mirata al recupero delle competenze di attenzione visiva porta nei bambini con dislessia ad un miglioramento della decodifica delle pseudoparole.

Secondo Vidyasagar & Pammer (2010) i meccanismi attenzionali controllati dalla via visiva dorsale magnocellulare aiutano l'elaborazione seriale delle lettere; da questi derivano effetti a cascata, tra cui i danni all'elaborazione visiva dei grafemi, la loro traduzione nei fonemi corrispondenti e lo sviluppo della consapevolezza fonemica.

Il danno al sistema magnocellulare-dorsale potrebbe essere il possibile substrato neurobiologico responsabile del deficit attenzionale e spaziale rilevato nei dislessici e potrebbe quindi fornire una spiegazione all'effetto interferente del *crowding* in questi bambini (Gori e Facoetti 2015; Gori et al. 2016).

Al di là della spiegazione eziologica più puramente "attenzionale" è importante ricordare che ci sono altre interpretazioni del meccanismo del *crowding* e che la letteratura psicofisica di base da cui originano gli studi su questo fenomeno segue una prospettiva percettiva (Bouma 1970; Townsend, Taylor, & Brown 1971; Pelli, Palomares & Majaj 2004; Freeman & Pelli 2007). Varie evidenze hanno dimostrato che gli errori tipici dell'effetto *crowding* debbano avvenire nel secondo stadio percettivo di riconoscimento degli stimoli, in cui le caratteristiche dell'oggetto vengono integrate e "mescolate" con quelle degli elementi appartenenti agli oggetti vicini e non nel processamento visivo iniziale (*early visual processing*) delle informazioni (Pelli, Palomares, Majaj 2004, Yu, Akau, Chung 2012). Questo aspetto viene sottolineato anche da Martelli et al. (2009) secondo i quali i soggetti con dislessia sembrano integrare le informazioni su una regione più ampia del campo visivo rispetto al gruppo di controllo. Alla stessa conclusione sono giunti Lorusso et al (2004) che ipotizzano nei dislessici una differente distribuzione del mascheramento laterale con una diversa estensione della percezione a destra del punto di fissazione.

Infine Moll and Jones (2013), ipotizzano che l'effetto possa essere la conseguenza di una ridotta esperienza di lettura piuttosto che la causa del deficit.

8 RICERCA 2: FONT E LETTURA

Dalla letteratura e dalle descrizioni riportate nel capitolo 5 risulta chiaro che per quanto esistano numerose raccomandazioni in merito alle modifiche tipografiche da utilizzare per facilitare la lettura dei bambini con dislessia (<http://bdatech.org/what-technology/typefaces-for-dyslexia/>) e nonostante siano stati pubblicati e pubblicizzati vari font contenenti modifiche ad hoc per questi ragazzi, sono scarse le ricerche che, avendone testato l'efficacia, sono arrivate a risultati significativi (Rello and Baeza-Yates 2013; Wery & Diliberto 2017; Marinus et al. 2016; Kuster et al. 2017; Bachmann & Mengheri 2018).

In particolare le ricerche esistenti non isolano le diverse variabili tipografiche insite nel disegno del font (per esempio: la presenza di grazie, la monolinearità, la dimensione e l'*x-height*) da un'ulteriore variabile tipografica che è la spaziatura. Tutte queste variabili possono influenzare la *legibility* e la *readability* del testo (Lannon 2000).

Spesso i font *dyslexia friendly* hanno una spaziatura più ampia rispetto ai font standard e questa potrebbe da sola rendere conto del miglioramento ottenuto con l'utilizzo di quello specifico font (Zorzi et al. 2012; Bachmann & Mengheri 2018).

Un esempio di questa considerazione proviene dallo studio di Bachmann & Mengheri (2018) che concludono la loro ricerca affermando di non poter concludere che gli effetti benefici ottenuti con il font EasyReading® possano essere dovuti alle caratteristiche del font e non alla maggiore spaziatura tra le lettere, le parole e le righe che lo caratterizza, così come Marinus et al. (2016) hanno dimostrato per il font Dyslexie.

L'attuale scarsità di dati che testimoniano l'efficacia dei font *dyslexia friendly* e d'altro canto l'incalzante necessità da parte di questi ragazzi di avere dei caratteri tipografici che permettano loro un maggiore avvicinamento alla lettura, rende lo studio delle variabili che caratterizzano questi font ad oggi un argomento di particolare interesse e necessità. In particolare, attualmente è difficile trovare in letteratura ricerche che abbiano valutato il giudizio di leggibilità percepita da parte dei soggetti (normolettori e con dislessia) e il suo effetto sulle prestazioni.

Sulla base di queste considerazioni e di queste esigenze è nato lo studio che descriverò di seguito che è il risultato della collaborazione tra varie strutture e persone che si occupano di questo argomento. Hanno partecipato alla ricerca: l'ISIA, Istituto

Superiore Industrie Artistiche di Urbino, il laboratorio di grafica Chialab, il Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Trieste, l'IRCCS Burlo Garofolo e la casa editrice Zanichelli.

La ricerca condotta aveva i seguenti obiettivi:

1. ordinare i font prescelti in base alla facilità percepita di lettura;
2. valutare l'effetto della facilità percepita sulla lettura ad alta voce e su altre prestazioni connesse con la lettura;
3. valutare l'effetto della spaziatura sulla lettura ad alta voce
4. rilevare eventuali differenze fra dislessici e normolettori, ragazzi e adulti.

Sono state utilizzate quattro prove. La prova 1 (ordinamento) aveva l'obiettivo di creare per ogni soggetto un ordinamento di preferenza sulla base della "facilità di lettura valutata a prima vista"; da questo ne è derivata l'identificazione di un "font migliore" (M) e di un "font peggiore" (P), poi utilizzati per individualizzare le prove 2, 3 e 4.

Le prove 2, 3 e 4 sono state costruite con l'obiettivo di valutare l'effetto dei font identificati come M e P sulle prestazioni di lettura a voce alta (prova 2) e su due prove che si basano su variabili che caratterizzano la competenza di lettura (Katz et al., 2001), la prova di decisione lessicale (prova 3) e il confronto di stringhe (prova 4).

La prova di lettura ad alta voce ha permesso di testare anche l'interazione tra i font M e P identificati nella prova 1 e la spaziatura incrementata.

8.1 METODO

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 dislessia 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".

La ricerca prevedeva la somministrazione di 4 prove a ciascuno dei partecipanti: un ordinamento a prima vista, una lettura ad alta voce di testi composti da singole brevi frasi, e due prove relative a competenze specifiche inerenti al linguaggio scritto (riconoscimento di parole e discriminazione di lettere). Durante la prima prova ho presentato al partecipante 7 testi scritti con font differenti e questi, sulla base del font, ha fornito una scala di preferenza. Dalla scala prodotta dal partecipante è stato

possibile identificare i font migliore (M) e peggiore (P) che fornivano il criterio per definire una delle variabili delle prove successive. Queste sono state presentate quindi con i font M e P scelte dal soggetto.

Inizialmente ho reclutato e testato i due campioni di giovani adulti (dislessici e normolettori). Questi partecipanti hanno impiegato in media 25 min per terminare la sessione sperimentale, considerato questo e la relativa facilità con cui sono state portate a termine le prove ho ipotizzato di utilizzare lo stesso materiale anche con i ragazzi di età 11-14 anni (riducendo soltanto la lunghezza e la modalità di consegna dei 7 testi utilizzati nella prova 1).

8.1.1 PARTECIPANTI

I quattro campioni di partecipanti erano composti da:

- Giovani adulti con Dislessia Evolutiva (GADD)
- Giovani adulti normolettori (GANR)
- Ragazzi con Dislessia evolutiva (RDD)
- Ragazzi normolettori (RNR)

Il campione degli adulti con DD (GADD) era composto da 14 partecipanti con diagnosi di DD, di età compresa tra 17 e 25 anni (6 maschi e 8 femmine, età media 20 anni) reclutati da aprile a dicembre 2015. Una parte del reclutamento di questo campione è avvenuto presso l'Università di Trieste grazie alla collaborazione dello sportello disabili dell'Ateneo, i restanti sono stati reclutati rispettivamente tra i pazienti e gli ex pazienti della Struttura Complessa di Neuropsichiatria Infantile dell'IRCCS Burlo Garofolo di Trieste e attraverso contatto diretto.

Il gruppo di controllo di adulti normolettori (GANR) era composto da 31 studenti universitari (13 maschi e 18 femmine) di età compresa tra 19 e 33 anni (età media 23,5 anni) ed è avvenuto da maggio ad agosto 2015 presso l'Università degli Studi di Trieste.

Il campione dei ragazzi con DD (RDD), reclutato da ottobre a maggio 2016, era composto da 16 partecipanti di età compresa tra gli 11 e i 14 anni (9 maschi e 7 femmine, età media 12,3 anni), selezionati a seguito della diagnosi di dislessia evolutiva ricevuta attraverso una valutazione completa da parte del gruppo interdisciplinare di psicologi e neurologi della Struttura Complessa di Neuropsichiatria Infantile dell'IRCCS Burlo Garofolo di Trieste. Il criterio di inclusione per il

reclutamento era la presenza di una diagnosi di dislessia, i criteri di esclusione erano la presenza di: (a) un'abilità di linguaggio all'interno di un range patologico; (b) un Disturbo da Deficit di Attenzione con Iperattività (c) particolari problematiche emotive che potessero inficiare l'esecuzione delle prove.

La diagnosi è stata formulata in base ai criteri indicati nello studio di Barbiero et al. (2012) e secondo le indicazioni della Consensus Conference (2007) e delle linee guida dell'Istituto Superiore di Sanità (2011).

Il reclutamento del gruppo di controllo dei ragazzi con DD, composto da ragazzi normolettori (RNR), è avvenuto presso una scuola secondaria di primo grado del comune di Trieste che ha acconsentito a partecipare allo studio. Ho consegnato informativa e consenso informato ai genitori dei ragazzi di 9 classi secondarie di primo grado (dalla prima alla terza). Tra i genitori che hanno ricevuto l'informativa, 65 hanno dato l'adesione, e tra questi ne ho selezionati 32 per la ricerca. La selezione è avvenuta in modo tale che nel campione ci fossero due ragazzi normolettori per ogni ragazzo con DD, equiparati per classe frequentata e sesso.

Gli insegnanti delle classi frequentate dai ragazzi partecipanti erano stati precedentemente informati riguardo ai test che sarebbero stati loro somministrati.

Alla fine di ogni sessione sperimentale di quest'ultimo campione ho verificato l'adeguatezza delle competenze di lettura dei partecipanti utilizzando le prove di lettura di liste di parole e non parole isolate presenti nella batteria standardizzata DDE-2 (Sartori, Job, Tressoldi 2007).

Tutti i partecipanti erano di lingua italiana e avevano un'acuità visiva normale o corretta con occhiali da vista. I partecipanti adulti e i genitori dei ragazzi hanno ricevuto tutte le informazioni necessarie riguardo alle prove che avrebbero dovuto svolgere, è stato garantito loro l'anonimato dei dati raccolti, ed è stato chiesto loro di firmare il consenso informato per la partecipazione alla ricerca (Appendice 1).

8.1.2 MATERIALI

I font utilizzati

Un team di grafici dell'Istituto Superiore Industrie Artistiche di Urbino (ISIA) ha appositamente creato per lo studio 7 font (denominati F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7) che sono stati utilizzati nelle quattro prove per creare sette versioni di tutto il materiale cartaceo. Nella prova 1 ad ogni partecipante venivano presentate le sette versioni del

brano da leggere ad alta voce, mentre per le altre tre prove al momento della somministrazione sceglievo le versioni corrispondenti al font giudicato migliore e peggiore dal singolo partecipante.

Per la creazione dei font sono state considerate le seguenti variabili¹, definite in rapporto alla loro presenza/assenza nel font TNR preso come riferimento:

1. non monolinearità/monolinearità/: costanza/variabilità di larghezza del bastone della lettera;
2. assenza/ presenza di tratti dyslexia friendly: aggiunta di particolari caratteristiche che favoriscono la discriminabilità delle lettere più facilmente confondibili (la lettera “n” con la terminazione inferiore ricurva per ridurre la possibilità di confusione tra la lettera “m” e il gruppo “rn”; la lettera “l” con la terminazione inferiore ricurva per ridurre la confusibilità con la “i”);
3. non squadratura/squadratura: occhielli (caso tipico la “o”) squadrati/circolari;
4. Con/senza grazie (serif/sans serif): presenza/assenza di abbellimenti delle lettere (eliminabili senza che le lettere perdano riconoscibilità) convenzionalmente inclusi in certi font;
5. Ascendenti e discendenti normali/incrementate: alcune lettere includono ascendenti e discendenti, che sono le porzioni di segno grafico che oltrepassano superiormente l’x-height e inferiormente la linea di base. Nel TNR l’ascendente è circa il 50% dell’x-height, mentre nella versione modificata di TNR è circa il 75% dell’x-height.
6. Simmetria/Asimmetria alto-basso dello spessore del segno grafico: costanza/non costanza dello spessore del tratto delle lettere rispetto alla verticale (più grosso in basso e più sottile in alto, come nel font Dyslexie (c)).

La Tabella 8.1 mostra la classificazione dei 7 font in base alle sei variabili tipografiche:

Tabella 8.1: La tabella mostra per ogni variabile tipografica dicotomica (in riga) quali font possiedono la caratteristica.

Non monolinearità	F1, F2, F6, F7	F3, F4, F5	Monolinearità
-------------------	----------------	------------	---------------

¹ Per maggiori informazioni sulla rilevanza di queste variabili dal punto di vista tipografico si veda <https://goo.gl/vVooNt>.

Assenza di tratti <i>dyslexia friendly</i>	F1, F3, F4, F5, F6, F7	F2	Presenza di tratti <i>dyslexia friendly</i>
Non squadratura	F5	F1, F2, F3, F4, F6, F7	Squadratura
Con grazie	F1, F2, F3, F6	F4, F5, F7	Senza grazie
Ascendenti normali	F1, F2, F3, F4, F5, F7	F6	Ascendenti incrementate
Simmetria alto-basso	F1, F2, F3, F4, F5, F6	F7	Asimmetria alto-basso

Il font iniziale (F1) era praticamente identico al Times New Roman (TNR). Partendo dal font F1 e usando le sei variabili sopra definite come criteri per modificare o mantenere le sue caratteristiche, i grafici dell'Istituto Superiore di Industrie Artistiche di Urbino hanno creato altri 6 font (Fig. 8.1) mantenendo inalterata la struttura di base della lettera e controllando il peso visivo complessivo (controllando la quantità di nero rispetto al bianco sulla pagina). La scelta di riferirsi al TNR come font generatore dipende dalla sua grande diffusione.

Nei 6 nuovi font la spaziatura normale tra le lettere, considerando la frase di 4 parole mostrata nella Fig 8.1, variava dall'1,4% in più (F3) al 3,1% in meno (F4) rispetto al font F1.

F1 La fisica aristotelica ingenua
F2 La fisica aristotelica ingenua
F3 La fisica aristotelica ingenua
F4 La fisica aristotelica ingenua
F5 La fisica aristotelica ingenua
F6 La fisica aristotelica ingenua
F7 La fisica aristotelica ingenua

Fig 8.1. Esempi di scrittura con i 7 font utilizzati per la ricerca

Tabella 8.2: descrizione schematica dei 7 font in base alle sei variabili

F1	Non monolineare, senza tratti <i>dyslexia friendly</i> , non squadrato, con grazie, con ascendenti normali, con simmetria alto-basso;
F2	Non monolineare, con tratti <i>dyslexia friendly</i> , non squadrato, con grazie, con ascendenti normali, con simmetria alto-basso;
F3	Monolineare, senza tratti <i>dyslexia friendly</i> , non squadrato, con grazie, con ascendenti normali, con simmetria alto-basso;
F4	Monolineare, senza tratti <i>dyslexia friendly</i> , non squadrato, senza grazie, con ascendenti normali, con simmetria alto-basso;
F5	Monolineare, senza tratti <i>dyslexia friendly</i> , squadrato, senza grazie, con ascendenti normali, con simmetria alto-basso;
F6	Non monolineare, senza tratti <i>dyslexia friendly</i> , non squadrato, con grazie, con ascendenti incrementate, con simmetria alto-basso;
F7	Non monolineare, senza tratti <i>dyslexia friendly</i> , non squadrato, senza grazie, senza ascendenti incrementate, con asimmetria alto-basso;

La Tabella 8.2 contiene la descrizione schematica dei 7 font in base alle sei variabili tipografiche

La spaziatura

Nella versione con spaziatura incrementata è stato mantenuto costante il numero di lettere sulla riga [diversamente da come è stato fatto da Zorzi et al. (2012) e nel primo esperimento].

Per tutti i 7 font il testo con spaziatura incrementata era ottenuto aumentando di circa il 20% lo spazio tra le lettere e di circa il 50% quello tra le parole. Il risultato finale, per una riga media di 8 parole, era di un allargamento complessivo del 23% (Fig2). Queste percentuali sono approssimative e dipendono dal numero e dal tipo di lettere nella frase e dal numero di lettere dentro la parola.

Lo gnomo è seduto sul ramo dell'albero

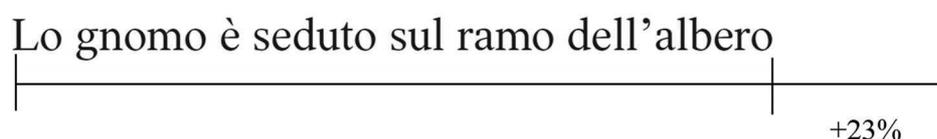


Fig. 8.2: Esempi di scrittura con spaziatura normale e spaziatura incrementata

È importante sottolineare che nella ricerca su “Spaziatura e lettura di pseudoparole” era stata utilizzata la stessa spaziatura impiegata in precedenza per la ricerca di Zorzi et al. (2012) in cui si era optato per un incremento molto ampio che consentisse di verificare la presenza di una differenza di lettura interpretabile come conseguenza dell’effetto crowding. Al tempo non ci si era basati informazioni scientifiche, era stato scelto il massimo incremento di spaziatura tra le parole e tra le lettere mantenendo inalterata l’integrità della parola. In questa ricerca si è scelto di utilizzare un incremento della spaziatura minore poiché l’obiettivo è di trovare modifiche al testo utilizzabili nell’editoria, la spaziatura utilizzata nella ricerca sul crowding risultava a tale proposito troppo ampia.

Brani per la prova 1 (ordinamento)

Il materiale della prima prova consisteva in 7 fogli A4 verticale, ciascuno contenente lo stesso brano di senso compiuto scritto in uno dei 7 diversi font. Il testo utilizzato per i giovani adulti era lungo 17 righe e conteneva 187 parole (Appendice 2). Ai ragazzi è stato presentato un materiale semplificato consistente in una riduzione

del brano utilizzato per gli adulti (titolo più le prime 7 righe fino a “bizzarra e divertente” corrispondenti a 69 parole).

Materiali per la prova 2 (lettura ad alta voce)

Le componenti dei testi utilizzati nella prova 2 (Appendice 3) erano 48 frasi di senso compiuto di varia lunghezza (numero minimo di 5 parole, numero massimo di 9 parole) e complessità sintattica (“La bambina asciuga il bicchiere” “Il ragazzo che sta inseguendo il cavallo è magro”). Le 48 frasi (Tabella 8.3) sono state raggruppate in 4 gruppi di 12 frasi; all’interno di ogni gruppo l’ordine delle frasi è stato randomizzato per 6 volte, creando quindi 6 diversi ordini delle 12 frasi appartenenti ad ogni gruppo (Tabella: 8.4).

Tutto il materiale (i 4 gruppi nei 6 diversi ordini di frasi) è stato costruito nella versione con spaziatura normale (N) e con spaziatura incrementata (I) ed in ciascuno dei 7 font. Nella predisposizione del materiale mi sono proposta questo obiettivo: presentare ad ogni soggetto 4 gruppi di frasi (diverse in ciascun gruppo) in cui l’ordine delle frasi è stato bilanciato tra i soggetti; partecipanti diversi avrebbero ricevuto le stesse frasi ma in una posizione diversa, in base ad un’estrazione pseudocasuale, all’interno dello stesso testo. Ho quindi costruito in totale 336 fogli, 168 con spaziatura normale, 168 con spaziatura espansa; ciascun gruppo di 168 fogli era suddiviso in 4 gruppi di frasi presentati ciascuno in 6 ordini e ciascun ordine in 7 font (Fig. 8.3).

All’arrivo di ogni nuovo soggetto erano già stati decisi i materiali da proporre da leggere rispetto al gruppo di frasi, all’ordine e alla spaziatura; rimanevano da stabilire, e venivano decisi in base all’ordine di leggibilità percepita espresso dal soggetto alla prima prova, i font M e P con cui il materiale veniva scritto; anche i font M e P venivano proposti in una sequenza che ne bilanciava l’ordine tra i soggetti.

Tabella 8.3. Elenco delle 12 frasi utilizzate per il gruppo 1. Analogamente, altri tre gruppi di 12 frasi sono state usate per i gruppi 2, 3 e 4

Frase 1	“L’oca sta guardando la casa”
Frase 2	“La bambina asciuga il bicchiere”
Frase 3	“Il ragazzo che sta inseguendo il cavallo è magro”
Frase 4	“La quercia si trova nel mezzo della città”
Frase 5	“Non solo il cane ma anche il fiore è rosso”
Frase 6	“Lo scolaro aveva lo zaino verde”
Frase 7	“Lo gnomo è seduto sul ramo dell’albero”
Frase 8	“Il pilota non ha né medaglia né bastone”
Frase 9	“La stella è sopra il cerchio”
Frase 10	“Le sorelle stanno saltando dentro la pozzanghera”
Frase 11	“La mucca che sta mangiando è marrone”
Frase 12	“I gatti sono seduti e guardano verso la bambina”

Tabella 8.4. Ordinamento delle frasi all’interno di ciascun gruppo

Ordini

	1	2	3	4	5	6
Frase	1	2	5	4	10	7
	2	7	3	9	11	6
	3	1	12	10	5	4
	4	9	10	5	8	11
	5	8	1	6	2	3
	6	11	9	8	7	5
	7	5	6	1	3	8
	8	6	2	12	9	10
	9	10	11	3	1	12
	10	4	7	11	12	2
	11	12	4	2	6	1
	12	3	8	7	4	9

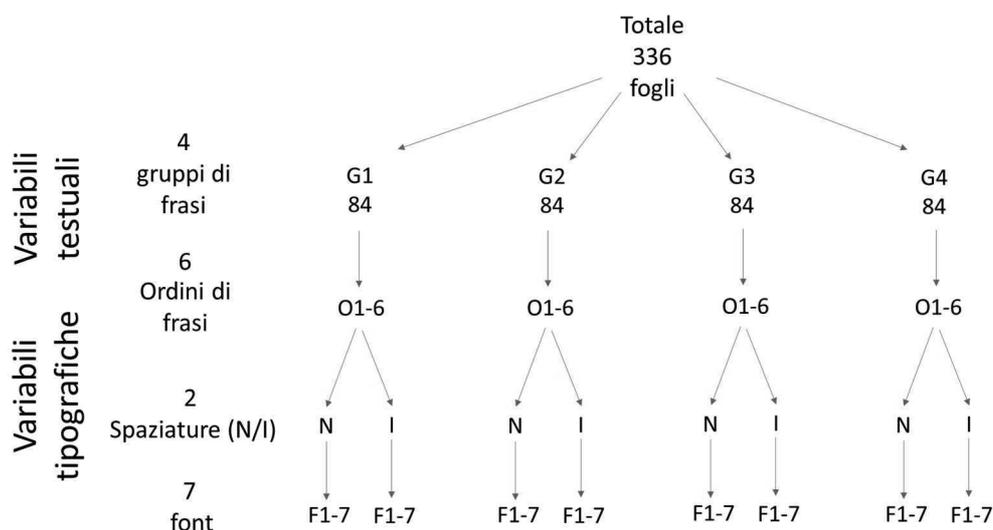


Fig. 8.3: Rappresentazione schematica di tutto il materiale a disposizione dello sperimentatore per la prova 2 (lettura ad alta voce).

Ciascun gruppo di frasi conteneva 160 sillabe e 87-89 parole. Le parole utilizzate erano bilanciate tra i 4 gruppi per frequenza d'uso e per difficoltà ortografica. La frequenza d'uso delle parole è stata calcolata in base al lessico elementare di Marconi et al. (1993); il corpus del lessico era composto da 1.000.000 di occorrenze (*word token*) (parola più frequente: "lo" (totale corpus: 48253), parole meno frequenti: "aceto", "commozione", "fregare", "lamiera", "mastino", "rastrello", "sgridata", "sinceramente", "tendina", "tozzo", "ventotto" (totale corpus: 5): 500.000 tratte da fiabe, giornali scolastici, fumetti e libri di testo rivolti a bambini dalla prima alla quinta classe della scuola primaria; le restanti 500.000 tratte da scritti di bambini sempre dalla prima alla quinta. Nella Tabella 8.5 vengono indicati i valori inferiore e superiore di frequenza per ciascun gruppo di frasi.

Tabella 8.5. Valori di frequenza (su 1.000.000 occorrenze) delle parole usate per i 4 gruppi di frasi

Gruppo di frasi	1	2	3	4
Limite superiore	3584	10775	4288	10775
Media dei log	2,446	2,388	2,250	2,243
Limite inferiore	26	7	13	9

La difficoltà ortografica è stata bilanciata uniformando il più possibile, tra i 4 gruppi, il numero di digrammi e trigrammi; la presenza di regole complesse dal punto di vista ortografico infatti può influenzare la lettura di normolettori e dislessici sia in termini di velocità che di correttezza (Burani, Barca, Ellis 2006; Barca, Ellis, Burani 2007; Barca, Burani, Di Filippo & Zoccolotti, 2006).

Prova 3 (decisione lessicale)

La prova 3 era composta da due di test di decisione lessicale (prova 3A e prova 3B) in versione cartacea positiva (“Barra le parole della lingua italiana”). Il materiale di ciascun test consisteva di un foglio A4 contenente 48 item ciascuno, 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 (Appendice 4). Ho prodotto entrambe le prove 3A e 3B in 3 versioni (Prova 3A – 1; Prova 3A- 2; Prova 3A – 3; Prova 3B – 1; Prova 3B- 2; Prova 3B – 3), ognuna con un ordine diverso delle stesse liste di parole e pseudoparole che veniva bilanciato tra i soggetti. Precedentemente alla sessione sperimentale avevo prestampato entrambe le prove nei 7 i font; ogni partecipante ha svolto una delle due prove con il font che all’ordinamento effettuato alla prova 1 aveva considerato come migliore (M) e una prova con il font considerato peggiore (P), l’ordine del font con cui svolgevano la prima prova veniva bilanciato tra i soggetti. La prova A veniva sempre presentata per prima (Tabella 8.6)

Tabella 8.6. Esempio di somministrazione della prova 3 con i font M e P relativa ai primi tre soggetti

Soggetto	Prova	Font
1	3A – 1	M
	3B – 2	P
2	3A – 3	P
	3B – 1	M
3	3A – 2	M
	3B - 3	P

Prova 4 (confronto di stringhe).

La prova 4 era composta da due test di accoppiamento uguale/diverso (*same/different matching task*) concepiti per valutare la suscettibilità individuale al *crowding* (prova 4A e prova 4B). Ogni test era composto da due fogli A4 in cui si trovavano elencate 48 coppie di stringhe di 7 lettere (Appendice 5). Il partecipante doveva confrontare le stringhe presentate all'interno di ogni riquadro e giudicare se queste erano uguali o diverse.

Come per la prova 3, precedentemente alla sessione sperimentale avevo prestampato entrambe le prove nei 7 i font; ogni partecipante ha svolto una delle due prove con il font che all'ordinamento effettuato alla prova 1 aveva considerato come migliore (M) e una prova con il font considerato peggiore (P), l'ordine del font con cui svolgevano la prima prova veniva bilanciato tra i soggetti. La prova A veniva sempre presentata per prima (Tabella 8.7)

Tabella 8.7. Esempio di somministrazione della prova 4 con i font M e P relativa ai primi tre soggetti

Soggetto	Prova	Font
1	4A	M
	4B	P
2	4A	P
	4B	M
3	4A	M
	4B	P

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

La prova è stata scelta in quanto coinvolge l'abilità del lettore a contrastare il *crowding* (Spinelli et al. 2002).

8.1.3 DISEGNO SPERIMENTALE

I partecipanti che rispondevano ai criteri della ricerca sono stati sottoposti ai seguenti esperimenti, che hanno tenuto conto in sede di analisi della competenza di lettura (presenza vs assenza di dislessia) e dell'età cronologica (giovani adulti vs ragazzi):

Prova 1 (ordinamento):

Ogni partecipante ha ricevuto 7 versioni dello stesso brano, la prima delle quali era stampata con il font F1, mentre l'ordine di presentazione delle successive era assegnato in maniera casuale. Una volta ricevuti i 7 fogli scritti nei 7 diversi font, il soggetto aveva il compito di ordinare i font prescelti in base alla facilità di lettura percepita "a prima vista"; dall'ordinamento prodotto ne derivava l'identificazione di un font migliore (M) e un font peggiore (P). Il metodo dell'ordinamento (rank order method) è uno dei più diffusi e pratici metodi psicometrici e riflette situazioni quotidiane in cui gli individui producono una graduatoria tra opzioni, non sempre utilizzando criteri omogenei. Il suo ampio utilizzo deriva dalla facilità con cui un numero relativamente grande di stimoli può essere giudicato l'uno con l'altro, e anche dalla sua vasta gamma di applicabilità (Guilford 1954; McGraw-Hill & Thurstone 1931). Si tratta di una prova soggettiva, senza risposte giuste o sbagliate.

Le variabili indipendenti (VI) e dipendenti (VD) di questa prova erano le seguenti:

VI:

- il font (i sette possibili font da scegliere)

VD:

- l'ordinamento

Variabili indipendenti								Variabile dipendente
Font	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	Ordinamento

Prova 2 (lettura ad alta voce)

Il partecipante leggeva quattro gruppi di frasi: due gruppi con spaziatura I e due gruppi con spaziatura N. Per entrambe le spaziature, un gruppo era stampato con il font M e uno con il font P (derivanti dalla prova 1).

Per uno stesso partecipante, nelle 4 condizioni del disegno within-subjects: Spaziatura (N,I) × Font (M,P), i gruppi di frasi erano sempre diversi tra loro. La

sequenza delle quattro condizioni presentate a un dato partecipante derivava da un'estrazione casuale senza rimpiazzamento, fino a esaurimento delle 6 combinazioni di frasi prestampate, da cui la sperimentatrice attingeva dopo che il partecipante aveva indicato, nella prova 1, i font M e P (in Appendice 6 sono elencate le sequenze utilizzate per i primi dieci partecipanti di ogni gruppo).

Per ogni gruppo di frasi venivano identificate le sillabe al secondo (sill/sec) impiegate dal soggetto per completare la lettura, il numero di parole lette correttamente sul totale delle parole lette in ciascun gruppo di frasi (p/c) e l'indice di efficienza E (p/c*sill/sec).

VI e VD di questa prova erano le seguenti:

VI:

- il font scelto (migliore (M) e peggiore (P))
- la spaziatura del testo (normale (N) e incrementata (I))

VD:

- indice di efficienza E (p/c*sill/sec)

Variabili indipendenti			Variabile dipendente
Font scelto	Migliore (M)	Peggiora (P)	E (p/c*sill/s)
Spaziatura	Normale (N)	Incrementata (I)	

Prova 3 (decisione lessicale) e Prova 4 (confronto di stringhe).

Il partecipante svolgeva due test di decisione lessicale (uno stampato con font M l'altro con font P) e due test di confronto di stringhe (uno stampato con font M l'altro con font P). Per ognuno dei due test venivano identificati gli hit (H: parole identificate correttamente), i falsi allarmi (FA: pseudoparole erroneamente identificate) e il tempo impiegato per lo svolgimento del compito indicato in secondi. I valori di H e FA sono stati compattati in una misura sintetica (A) di sensibilità/accuratezza, dove A corrisponde all'area sotto la curva ROC in base alla formula di Mueller & Zhang (2015) e vale 1 se il soggetto è perfetto, con $p(H) = 1$ e $p(FA) = 0$ e vale 0.5 se il soggetto va a caso. Il valore di A è stato alla fine trasformato nel valore di efficienza E ($A \cdot \text{item/sec}$).

VI e VD di questa prova erano le seguenti:

VI:

- il font scelto (migliore (M) e peggiore (P))

VD:

- indice di efficienza E (A*item/sec)

Variabili indipendenti		Variabili dipendenti
Font scelto	Migliore (M) Peggiore (P)	E (A*item/sec)

8.1.4 PROCEDURA

Le sedute sperimentali si sono tenute in luoghi diversi, ma sempre in una stanza confortevole e priva di disturbi nella quale il partecipante svolgeva individualmente le prove in presenza della sola sperimentatrice.

Le prove (indicate con 1, 2, 3 e 4) sono state somministrate a tutti i partecipanti nella stessa sequenza, nell'ambito di una sessione che durava in media 25 minuti per gli adulti e circa 35 minuti per i ragazzi.

Ognuno è stato incoraggiato affinché eseguisse al meglio le prove richieste.

Prova 1 (ordinamento)

La consegna della prova 1 era leggermente diversa tra adulti e ragazzi.

Nel caso degli adulti consegnavo al partecipante un blocco di 7 fogli, il primo dei quali conteneva il brano stampato con il font F1. Il partecipante doveva disporre in fila i 7 fogli sul tavolo e produrre un ordinamento sulla base della "facilità di lettura, valutata a prima vista", senza leggere il testo (o comunque senza leggerlo a voce alta). Chiarivo che il giudizio doveva basarsi su un'impressione soggettiva globale e che non esistevano risposte giuste/sbagliate. La consegna era la seguente "Ti consegno questi 7 fogli, tutti contengono lo stesso testo scritto con font differenti da un foglio all'altro. Ti chiedo di guardarli e valutare, ad una prima occhiata, quale risulta per te più facile e quale più difficile da leggere e mettere quindi tutti i testi in ordine di facilità di lettura. Non serve che tu li legga".

Nel caso dei ragazzi non fornivo tutti e 7 i fogli assieme ma ne consegnavo inizialmente solo due (uno dei due conteneva sempre il brano stampato con il font F1) e chiedevo al ragazzo di valutare quale dei due fosse per lui di più semplice lettura.

Eseguito il primo confronto, consegnavo ogni volta al partecipante un ulteriore testo da ordinare insieme ai precedenti in base alla facilità di lettura percepita. La consegna era la seguente “Ti consegno questi 2 fogli, entrambi contengono lo stesso testo che però è scritto con font differenti da un foglio all’altro; dovresti guardarli e valutare, ad una prima occhiata, quale dei due risulta per te di più facile o difficile lettura. Non serve che tu li legga” una volta messi in ordine aggiungevo “adesso ti consegno questo foglio scritto con un font ancora diverso, dovresti posizionarlo insieme agli altri due in base a quanto ti sembra facile da leggere” la prova terminava al posizionamento dei sette fogli quindi all’individuazione di un font migliore e di un font peggiore.

È stato scelto un confronto a coppie per i ragazzi perché risultava per loro più semplice. Inizialmente avevamo provato ad utilizzare lo stesso tipo di confronto scelto per gli adulti, ma la presenza contemporanea di sette fogli risultava troppo complessa per i ragazzi che dichiaravano di non avere alcuna preferenza per i testi proposti. Ricevendo inizialmente solo due testi e poi un testo alla volta da inserire nell’ordinamento non si è più verificata l’incapacità a scegliere.

Fig. 8.4. Prime dodici sequenze utilizzate alla prova 1 per la somministrazione dei sette fogli (il primo era sempre stampato in font F1)

Partecipante	Font						
1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
2	F1	F3	F2	F5	F7	F4	F6
3	F1	F4	F7	F6	F3	F2	F5
4	F1	F5	F4	F7	F6	F3	F2
5	F1	F6	F5	F3	F2	F7	F4
6	F1	F7	F6	F2	F4	F5	F3
7	F1	F7	F6	F5	F4	F3	F2
8	F1	F6	F7	F4	F2	F5	F3
9	F1	F5	F2	F3	F6	F7	F4
10	F1	F4	F5	F2	F3	F6	F7
11	F1	F3	F4	F6	F7	F2	F5
12	F1	F2	F3	F7	F5	F4	F6

La sequenza dei sei fogli successivi al primo (sempre stampato con il font F1) presentati al partecipante derivava da un’estrazione casuale di 12 sequenze che si ripetevano (Fig. 8.4).

Come risultato di questa randomizzazione ciascun font, ad eccezione del font F1, che si trovava sempre in prima posizione, occupava la stessa posizione per due volte ogni 12 presentazioni (Fig. 8.5).

Font							
Posizione	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
1	12	0	0	0	0	0	0
2	0	2	2	2	2	2	2
3	0	2	2	2	2	2	2
4	0	2	2	2	2	2	2
5	0	2	2	2	2	2	2
6	0	2	2	2	2	2	2
7	0	2	2	2	2	2	2

Fig. 8.5. Numero di volte che ciascun font ha occupato ogni singola posizione (prime 12 sequenze di somministrazione, prova 1).

Prova 2 (lettura ad alta voce)

Ogni partecipante doveva leggere ad alta voce i 4 gruppi di frasi, due scritti con il font M nella versione rispettivamente normale e spaziata, due scritti utilizzando il font P rispettivamente nella versione normale e spaziata.

La consegna era la seguente “Ora ti consegno questo testo che è composto da brevi frasi scritte una dopo l’altra. Tu devi leggerlo a voce alta come sei abituato a fare; io segnerò gli errori e il tempo che ci impiegherai a leggere”. Per ogni gruppo di frasi registravo il numero di parole errate e il tempo complessivo di lettura.

Prova 3 (decisione lessicale)

Dopo aver ricevuto la consegna “Barra le parole della lingua italiana nel minor tempo possibile”, ogni partecipante valutava 48 items nel foglio stampato con font M (un foglio A4) e altrettanti nel foglio stampato con font P, corrispondenti a 12 items per ciascuna cella del disegno within-subjects Frequenza (alta, bassa) x Lessicalità (parola, pseudoparola). All’interno dei quattro campioni l’ordine dei 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. 8 PM nei ragazzi DD; 16 MP vs. 16

PM nei ragazzi normolettori (Appendice 7). Tutti gli item erano stampati sempre con la spaziatura standard. Per ogni foglio registravo i valori dei seguenti indici: numero degli Hit (parole barrate), numero dei Falsi Allarmi (pseudoparole barrate), tempo impiegato in secondi.

Prova 4 (confronto di stringhe).

Dopo aver ricevuto la consegna “Metti una croce quando in ogni coppia di stringhe una lettera è diversa, nel minor tempo possibile” ciascun partecipante confrontava una alla volta 48 coppie di stringhe di lettere, presentate all’interno di un riquadro, e doveva giudicare se queste erano uguali/diverse. Erano state prestampate due versioni del test, con stringhe differenti ma bilanciate per difficoltà, dalle quali attingevo a rotazione. Tutte le stringhe erano composte da 7 lettere; le due stringhe all’interno della coppia erano uguali o diverse per una sola lettera in posizione 3, 4 o 5. All’interno dei quattro campioni l’ordine dei 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; 8 MP vs. 8 PM nei ragazzi DD; 16 MP vs. 16 PM nei ragazzi normolettori). Per ogni foglio registravo 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.

8.1.5 ANALISI DEI DATI

Prova 1

Per procedere all’analisi, in una prima fase, ho costruito per ciascun gruppo una tabella come quella indicata di seguito (Tabella 8.7). La tabella presenta in colonna i 7 font ricevuti dai soggetti e in riga i soggetti stessi (Appendice 7). Ciascuna cella rappresenta il rango (l’ordinamento) dato da ciascun soggetto allo stimolo. A titolo di esempio, presento di seguito le due tabelle (tab 8.7 e tab 8.8) costruite per i 16 partecipanti con dislessia.

soggetti	Font						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
1	3	4	5	6	2	7	1
2	5	6	3	2	1	4	7
3	5	7	3	1	4	2	6
4	5	6	3	1	2	4	7
5	5	6	3	1	2	7	4
6	7	3	2	4	5	6	1
7	6	7	2	4	3	5	1
8	7	5	1	4	2	6	3
9	7	4	6	2	1	3	5
10	5	3	6	1	7	4	2
11	1	4	5	6	7	2	3
12	5	2	3	4	6	7	1
13	5	1	6	2	4	3	7
14	2	5	7	3	6	1	4
15	5	7	3	1	4	6	2
16	2	3	1	6	5	4	7

Tabella. 8.7. Nella tabella sono indicati i ranghi forniti da ciascun soggetto per ogni font ordinato.

Per riassumere ulteriormente le informazioni, ho generato una matrice di frequenza ordinata sulla base dei ranghi, secondo quanto descritto da Guilford (1954). In questo caso, in ciascuna colonna vengono mantenuti i font, le righe rappresentano il rango (r) da 1 a 7 (il rango 1 rappresenta la prima posizione nell'ordinamento). Ciascuna cella riporta il numero di volte in cui i partecipanti hanno assegnato un determinato rango ad un determinato font (Tabella 8.8).

Per fare in modo che i numeri dei ranghi corrispondano, oltre che alla posizione, anche all'importanza dello stimolo nell'ordinamento, Guilford definisce anche il *rank value* (R ; valore del rango); si tratta di una serie in esatto ordine inverso rispetto al rango. Considerando per es: il rango r_i , R_i è in relazione a r_i tramite l'equazione $R_i = n - r_i + 1$, dove n rappresenta il numero totale dei ranghi (Tabella 8.8).

r	R	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	somma	P	C
1	7	1	1	2	5	2	1	4	16	0,93	7,93
2	6	2	1	2	3	4	2	2	16	0,79	6,58
3	5	1	3	6	1	1	2	2	16	0,64	5,73
4	4	0	3	0	4	3	4	2	16	0,50	5,00
5	3	8	2	2	0	2	1	1	16	0,36	4,27
6	2	1	3	3	3	2	3	1	16	0,21	3,42
7	1	3	3	1	0	2	3	4	16	0,07	2,07
somma		16	16	16	16	16	16	16	112		

Tabella 8.8. nella tabella viene riportato il numero di volte in cui i partecipanti hanno assegnato un determinato rango ad un determinato stimolo; le prime due colonne a sinistra rappresentano rispettivamente i ranghi e le serie dei valori dei ranghi.

Il passaggio successivo è stato quello di normalizzare i ranghi. In un primo tempo ho calcolato la posizione centile per i ranghi, utilizzando la formula $P = (R_i - 0.5)/n$ (la sottrazione di 0,5 è necessaria per trovare l'area di mezzo della dimensione ordinata). Successivamente, il metodo prevede il calcolo del valore z e la successiva trasformazione lineare, secondo il metodo di Hull (indicato in Guilford, 1954), su scala a 10 unità (media di 5 e una deviazione standard di 2). Guilford raccomanda l'utilizzo delle scale C proposte da questo autore e per semplicità fornisce una tabella M per il calcolo del valore C ; in alternativa è possibile calcolare il valore C utilizzando su EXCEL la formula $INV.NORM(P;M;SD)$ dove P (percentile)=posizione centile per i ranghi, M (media)=5 e SD (deviazione standard)=2. Ottenuto il valore di C per ciascun rango (il range va da un massimo di 7,93 ad un minimo di 2,07), l'ho moltiplicato per il numero di volte in cui ciascun font è stato riportato in quel rango dai partecipanti, ho fatto la somma dei valori così ottenuti per ciascun font e quindi ho calcolato per ciascun font la media dividendo la somma per il numero di partecipanti. La Tabella 8.9 si riferisce alle medie ottenute per il gruppo dei ragazzi con dislessia.

r	R	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
1	7	7,93	7,93	15,86	39,65	15,86	7,93	31,72
2	6	13,17	6,58	13,17	19,75	26,33	13,17	13,17
3	5	5,73	17,20	34,39	5,73	5,73	11,46	11,46
4	4	0,00	15,00	0,00	20,00	15,00	20,00	10,00
5	3	34,14	8,54	8,54	0,00	8,54	4,27	4,27
6	2	3,42	10,25	10,25	10,25	6,83	10,25	3,42
7	1	6,21	6,21	2,07	0,00	4,14	6,21	8,28
somma		70,60	71,70	84,28	95,38	82,43	73,29	82,32
Posizione (media 5)		4,41	4,48	5,27	5,96	5,15	4,58	5,14

Tabella 8.9. Medie riferite al gruppo di ragazzi con dislessia (RDD)

Prova 2:

Prima di procedere all'analisi della prova 2 ho trasformato i dati grezzi, relativi a tempo totale di lettura dei gruppi di frasi e al numero di errori commessi, nei parametri di velocità (sill/sec), accuratezza (pc = proporzione di parole lette correttamente) e nell'indice di efficienza (E) (Appendice 8). Il parametro velocità era dato dalle sillabe totali di cui era composto il gruppo di frasi diviso per il tempo totale di lettura espresso in secondi (tot. sillabe/tot. secondi); il parametro accuratezza (pc), derivava dalla sottrazione tra il numero di parole totali del gruppo di frasi e il numero di errori commessi, fratto il numero di parole totali del gruppo di frasi ((tot. parole - n. errori)/tot. parole); l'indice di efficienza derivava dalla moltiplicazione tra pc e sill/sec (pc *sill/sec); ho così ottenuto i valori di sill/sec, pc ed E per tutti i gruppi di frasi scritti con font M e P letti dai 4 gruppi di partecipanti (GANR, GADD, RNR, RDD).

Per l'analisi dei dati ho utilizzato un'ANOVA 2×2 a disegno misto per i due livelli età (R e GA) separatamente, con Spaziatura (N,I) e Font (M,P) come fattori within-subjects, dislessia (NR,DD) come fattore between-subjects e indice di efficienza E come variabile dipendente. Inoltre ho realizzato un'ANOVA 2×2 con fattori within-subjects Spaziatura (N,I) \times Font (M,P), per i 4 gruppi separatamente (GANR, GADD, RNR, RDD), sempre utilizzando E come variabile dipendente.

Prova 3 e Prova 4:

Per tutti i quattro gruppi di partecipanti, i dati grezzi corrispondenti agli hit (parole correttamente identificate) e ai falsi allarmi (pseudoparole erroneamente identificate) sono stati compattati in una misura sintetica (A) di sensibilità/accuratezza e quindi

nell'indice (E) di efficienza derivato dalla moltiplicazione tra A e numero degli item identificati nel tempo totale ($A \cdot \text{item/sec}$) (Appendice 9).

Per l'analisi dei dati ho utilizzato un'ANOVA 2×2 a disegno misto per i campioni di R e GA separatamente, con [con Dislessia (NR,DD) come fattore between-subjects, e Font (M,P) come fattore within-subjects] e un test per dati appaiati tra font M e P condotti per i 4 gruppi separatamente (GANR, GADD, RNR, RDD); in entrambi i casi ho utilizzato E come variabile dipendente.

8.2 RISULTATI

Per una migliore comprensione dei risultati, descriverò tutti assieme quelli relativi alla prova 1 per tutti i quattro gruppi; e dividerò i risultati di giovani adulti (GANR e GADD) e ragazzi (RNR e RDD) per le prove 2, 3 e 4.

Prima di procedere alla descrizione dei risultati è importante chiarire che c'è una differenza tra i gruppi di ragazzi e quelli di giovani adulti. I ragazzi (RNR e RDD) appartengono alla scuola dell'obbligo, quindi dovrebbero derivare da un campionamento delle rispettive popolazioni. I giovani adulti (GANR e GADD) sono per la maggior parte universitari, in entrambi i casi si può presumere quindi che derivino da un'autoselezione del campione; i GADD in particolare, sono ragazzi a cui la difficoltà di lettura non ha impedito di proseguire negli studi, come invece spesso succede (Mugnaini, et al, 2009) e potrebbero essere più simili ai normolettori rispetto alla popolazione generale di dislessici (in cui sarebbero incluse anche persone che hanno abbandonato gli studi).

Un ulteriore aspetto di cui è importante tener conto nella lettura dei risultati è che i dati sono stati raccolti in due fasi successive; in una prima fase sono stati testati i giovani adulti (GANR e GADD), e in una seconda fase, dopo aver analizzato i dati dei primi due gruppi di partecipanti, sono stati testati i due gruppi di ragazzi (RNR e RDD).

8.2.1 PROVA 1 (ORDINAMENTO)

Le tabelle seguenti (Tabella 8.10) descrivono i ranghi (da M = migliore a P = peggiore) e le medie delle posizioni ottenute da ciascun gruppo per ogni font. Come descritto nel paragrafo relativo all'analisi, per tutti i campioni le posizioni fanno riferimento ad un valore medio convenzionale, pari a 5, su una scala standardizzata con range massimo da 2,05 a 7,93 (nell'ipotesi tutti i partecipanti concordino su uno stesso ordinamento), secondo il metodo proposto da Guilford (1954).

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
31 GANR	M	6	3	8	4	6	2	2
	ranghi intermedi	4	8	6	5	3	4	1
		1	5	3	5	7	8	2
		8	2	5	6	3	6	1
		9	3	1	6	6	6	0
		1	9	6	5	4	4	2
	P	2	1	2	0	2	1	23
	somma	31	31	31	31	31	31	31
Posizione (media 5)		5,34	5,19	5,61	5,35	5,35	5,14	3,01

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
14 GADD	M	0	1	4	5	1	1	2
	ranghi intermedi	5	3	1	2	2	0	1
		0	3	2	2	1	6	0
		5	2	3	2	0	1	1
		2	2	0	1	3	4	2
		1	1	3	1	6	1	1
	P	1	2	1	1	1	1	7
	somma	14	14	14	14	14	14	14
Posizione (media 5)		5,14	5,07	5,51	6,00	4,44	4,99	3,85

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
32 RNR	M	3	4	10	6	7	2	0
	ranghi intermedi	4	2	8	8	5	3	2
		2	10	1	4	5	8	2
		4	3	6	6	3	5	5
		4	6	3	1	3	8	7
		6	3	2	4	6	3	8
	P	9	4	2	3	3	3	8
	somma	32	32	32	32	32	32	32
Posizione (media 5)		4,31	5,04	5,98	5,54	5,36	4,91	3,86

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
16 RDD	M	1	1	2	5	2	1	4
	ranghi intermedi	2	1	2	3	4	2	2
		1	3	6	1	1	2	2
		0	3	0	4	3	4	2
		8	2	2	0	2	1	1
		1	3	3	3	2	3	1
	P	3	3	1	0	2	3	4
	somma	16	16	16	16	16	16	16
Posizione (media 5)	4,41	4,48	5,27	5,96	5,15	4,58	5,14	

Tabella 8.10. Le tabelle descrivono i ranghi (da M = migliore a P = peggiore) e le medie delle posizioni ottenute da ciascun gruppo (GANR, GADD, RNR, RDD) per ogni font.

Come è possibile osservare dalla Tabella 8.11, le posizioni ottenute vanno da 3,01 a 5,61 per i giovani adulti normolettori, da 3,85 a 6,00 per i giovani adulti con dislessia, da 3,86 a 5,98 per i ragazzi normolettori, da 4,41 a 5,96 per i ragazzi con dislessia. L'ovale con il tratteggio evidenzia i font considerati migliori, l'ovale con il tratto continuo i font considerati peggiori da ciascun gruppo. Il font F4 è risultato il font preferito per i due gruppi con dislessia (media = 6,00 e 5,96); il font F3 è risultato il preferito per i due gruppi di normolettori (media = 5,61 e 5,98); il font F1 è stato il font meno gradito dai ragazzi con dislessia (media = 4,41); il font F7 il meno gradito per i restanti tre gruppi (media = 3,01; 3,85 e 3,86).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
31 GANR	5,34	5,19	5,61	5,35	5,35	5,14	3,01
14 GADD	5,14	5,07	5,51	6,00	4,44	4,99	3,85
32 RNR	4,31	5,04	5,98	5,54	5,36	4,91	3,86
16 RDD	4,41	4,48	5,27	5,96	5,15	4,58	5,14

Tabella 8.11. Media delle posizioni ottenute da ogni font suddivise per i singoli gruppi (GANR, GADD, RNR, RDD)

Le correlazioni tra i gruppi sono state calcolate sia considerando le medie di tutti e sette i font (Tabella 8.12) sia escludendo quella relativa al font F7 (Tabella 8.13).

Su 7 font				
	31 GANR	14 GADD	32 RNR	16 RDD
31 GANR		0,755	0,759	-0,028
14 GADD			0,676	0,319
32 RNR				0,457
16 RDD				

Tabella 8.12. correlazioni calcolate per ogni gruppo includendo tutti i 7 font.

Considerando le correlazioni su 7 font, è risultata significativa quella tra i partecipanti GANR e GADD ($r = 0,755$; $t = 2,575$; $df = 5$; $p(a \text{ due vie}) = 0,049$) e tra i due gruppi di partecipanti GANR e RNR ($r = 0,759$; $t = 2,607$; $df = 5$; $p(a \text{ due vie}) = 0,047$); è possibile osservare le distribuzioni relative a questi gruppi di partecipanti rispettivamente nei grafici delle Fig: 8.8 e Fig: 8.9.

Su 6 font				
	31 GANR	14 GADD	32 RNR	16 RDD
31 GANR		0,336	0,629	0,495
14 GADD			0,349	0,588
32 RNR				0,746
16 RDD				

Tabella 8.13. correlazioni calcolate per ogni gruppo considerando solo i primi 6 font (escludendo il font 7).

Le correlazioni su 6 font non risultano significative (Tabella 8.13).

Dal confronto tra le due tabelle 8.12 e 8.13 si può dedurre come passando da 7 a 6 casi ci sia una variazione in più o in meno nelle correlazioni; il font 7 risulta disomogeneo rispetto agli altri 6 e viene percepito diversamente rispetto a questi. Passando da 7 a 6 font, si verifica un aumento delle correlazioni che coinvolgono in particolare il gruppo RDD; da notare la correlazione tra RDD e RNR che, pur rimanendo non significativa (a causa del numero esiguo di gradi di libertà) arriva a $r = 0,746$.

Il diverso comportamento del font F7 rispetto agli altri emerge anche dai grafici che seguono e che descrivono le posizioni di tutti e 7 i font; la formula che descrive la retta di ogni grafico è stata calcolata togliendo il font F7.

Nel grafico seguente (Fig. 8.6), che illustra la relazione tra gli ordinamenti prodotti dai ragazzi con dislessia (RDD) e dai ragazzi normolettori (RNR), è possibile osservare come in entrambi i gruppi i font F3, F4 e F5 vengono preferiti rispetto ai font F1, F2 e F6; il font F7, classificato in una posizione intermedia dai ragazzi con dislessia, è stato considerato il peggiore da parte dei ragazzi normolettori.

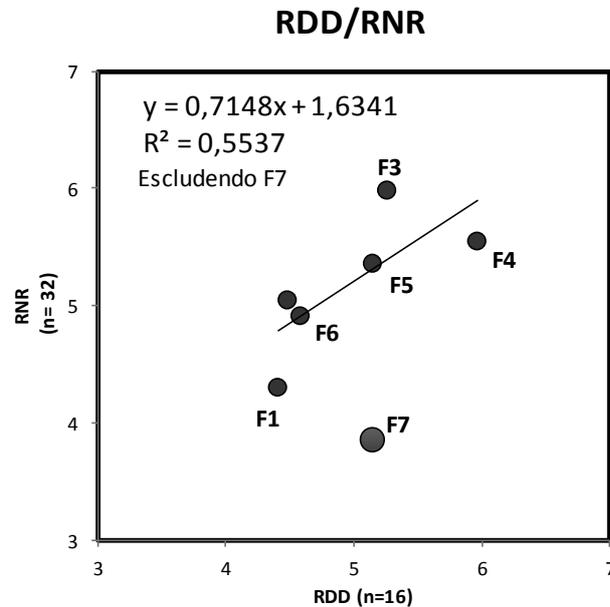


Fig. 8.6. Il grafico illustra la relazione tra le preferenze espresse dai ragazzi con dislessia e dai ragazzi normolettori.

Anche nella figura seguente (Fig. 8.7) è possibile osservare una concordanza per una preferenza verso i font F4 e F3 e per una non propensione verso il font F7. Nel grafico emerge come la correlazione ottenuta su sette font derivi in buona parte dal font 7 che si dimostra un outlier rispetto agli altri.

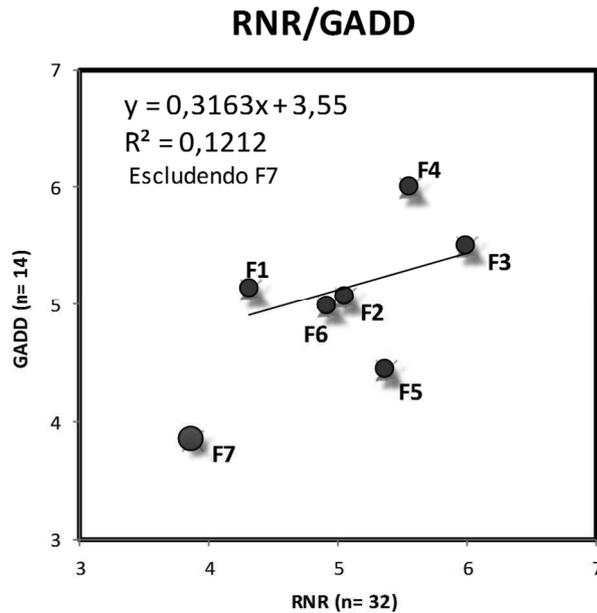


Fig. 8.7 Il grafico illustra la relazione tra le preferenze espresse dai ragazzi normolettori e dai giovani adulti con dislessia.

Il grafico a sinistra nella Fig. 8.8 confronta le scelte tra i due gruppi NR, anche in questo caso si rileva che il font F7 in entrambi i casi non piace e si discosta dagli altri.

Nel grafico a destra (Fig. 8.8) è interessante osservare come il font F7, considerato in una posizione intermedia dai partecipanti con dislessia, sia in assoluto considerato il peggiore e si discosti parecchio dalle preferenze per gli altri font nei giudizi dei giovani adulti normolettori; i giudizi relativi agli altri font, per quest'ultimo gruppo, sembrano essere abbastanza omogenei.

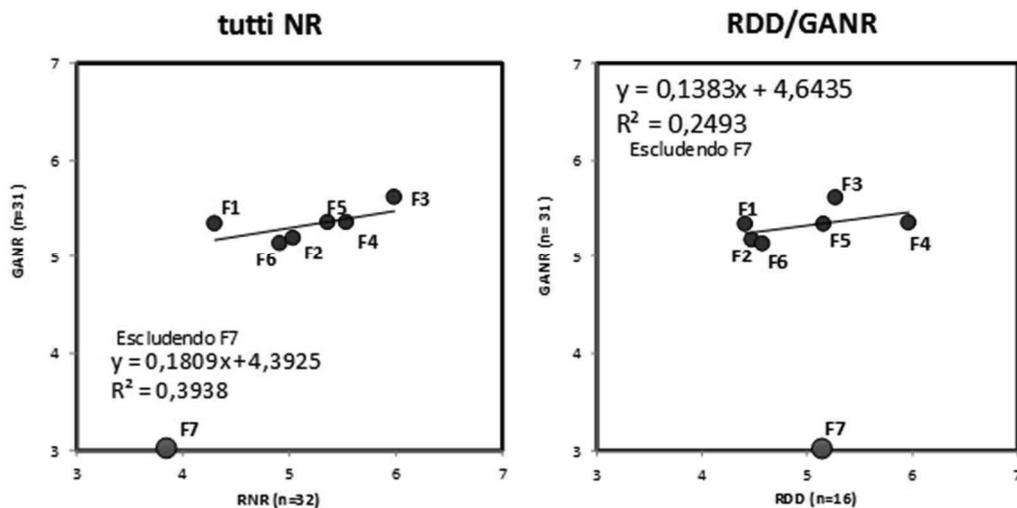


Fig. 8.8 Il grafico a sinistra illustra la relazione tra le preferenze espresse dai ragazzi normolettori e dai giovani adulti normolettori; quello a destra la relazione tra le preferenze espresse dai ragazzi con dislessia e dai giovani adulti normolettori.

Nella Fig. 8.9, notiamo come entrambi i gruppi con dislessia classificano nelle prime posizioni dell'ordinamento i font F3 e F4 (i RDD sembrano gradire anche il font F5).

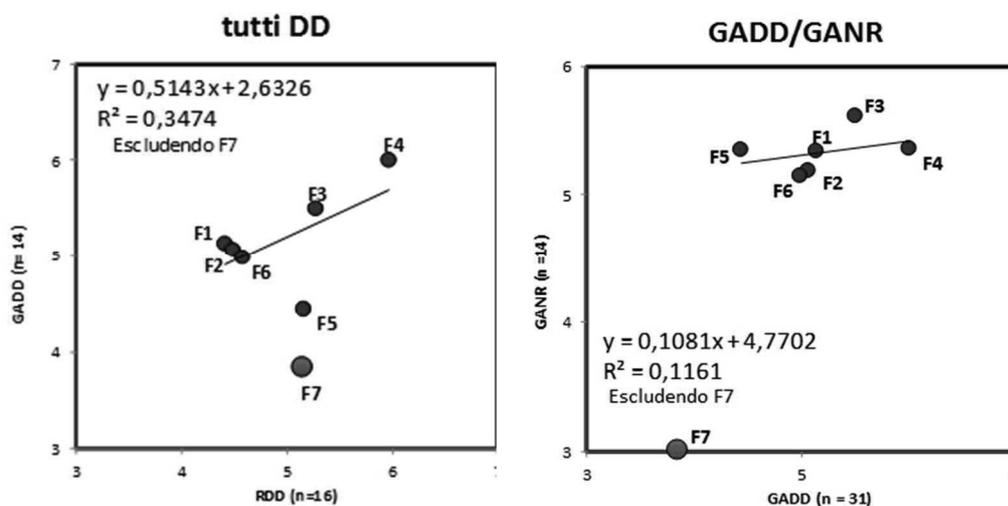


Fig. 8.9. Il grafico a sinistra illustra la relazione tra le preferenze espresse dai ragazzi e dai giovani adulti con dislessia; quello a destra la relazione tra le preferenze espresse dai giovani adulti

L'ultimo grafico Fig. 8.10, illustra la relazione tra gli ordinamenti prodotti dai ragazzi con dislessia (RDD) e il ricalcolo dei 77 ordinamenti prodotti dai restanti partecipanti (GANR, GADD e RNR); dal grafico si ottiene una contrapposizione, in particolare per i RDD, tra i font F3, F4 e F5 e i font F1, F2 e F6. Il font F7, in una posizione intermedia per i ragazzi con dislessia, è stato considerato il peggiore da parte di tutti gli altri.

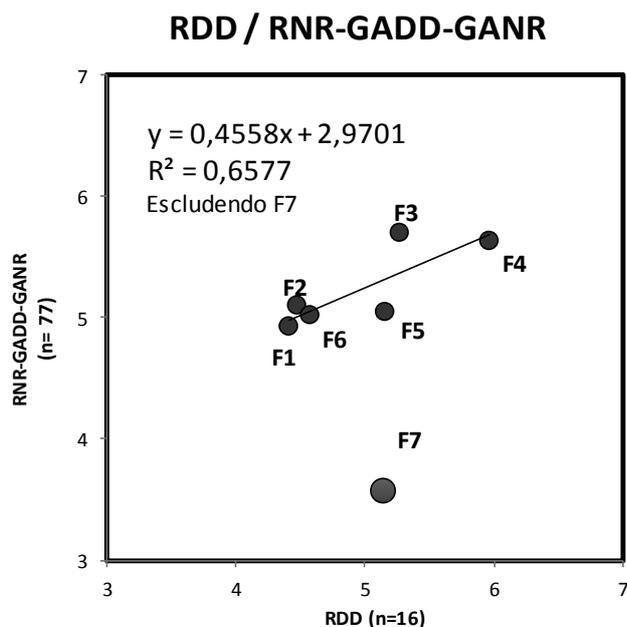


Fig. 8.10 Il grafico illustra la relazione tra le preferenze espresse dai ragazzi con dislessia e i restanti tre gruppi ($t = 2,77$; $df = 5$; $p = 0,02$; $r = 0,811$).

Tabella 8.1: la tabella mostra per ogni variabile tipografica dicotomica (in riga) quali font possiedono la caratteristica

Non monolinearità	F1, F2, F6, F7	F3, F4, F5	Monolinearità
Assenza di tratti <i>dyslexia friendly</i>	F1, F3, F4, F5, F6, F7	F2	Presenza di tratti <i>dyslexia friendly</i>
Squadratura	F5	F1, F2, F3, F4, F6, F7	Non squadratura
Con grazie	F1, F2, F3, F6	F4, F5, F7	Senza grazie
Ascendenti normali	F1, F2, F3, F4, F5, F7	F6	Ascendenti incrementate
Simmetria alto-basso	F1, F2, F3, F4, F5, F6	F7	Asimmetria alto-basso

Osservando la Tabella 8.1 è possibile notare che i font F3, F4 e F5 sono tutti monolineari, senza tratti *dyslexia friendly*, hanno ascendenti normali e presentano una simmetria alto-basso; i font F3 e F4 sono inoltre entrambi non squadrati. Tra le variabili considerate la monolinearità è una variabile che influisce sul contrasto percepito tra font e pagina e quindi sulla leggibilità percepita.

Il font F7 è stato considerato il peggiore da parte di tutti i gruppi ad eccezione dei partecipanti RDD che l'hanno classificato in una posizione intermedia e che hanno invece messo all'ultimo posto il font F1.

Il font F7 si caratterizza per la presenza di un'asimmetria alto-basso che lo rende molto particolare, potrebbe essere stato considerato il peggiore proprio perché si discosta parecchio dai font che le persone solitamente incontrano nella loro esperienza di lettura (Gasser et al. 2005), che è decisamente inferiore per i partecipanti RDD (Cunningham, Stanovich 1998).

È interessante notare che il font F1, in ultima posizione per i RDD, corrisponde al Times New Roman ed è il font solitamente presente nella carta stampata.

8.2.2 PROVA 2 (LETTURA AD ALTA VOCE)

Nell'esposizione delle analisi descriverò, separatamente per i due livelli di età (R e GA), i risultati dell'ANOVA $2 \times 2 \times 2$ a disegno misto [con Dislessia (NR,DD) come fattore between-subjects, e Spaziatura (N,I) e Font (M,P) come fattori within-subjects] e i risultati dell'ANOVA 2×2 [con fattori within-subjects Spaziatura (N,I) \times Font (M,P)] condotta per i 4 gruppi separatamente (GANR, GADD, RNR, RDD); in entrambi i casi ho utilizzato E come variabile dipendente.

Giovani adulti (GANR e GADD)

Nei giovani adulti, dai risultati dell'ANOVA $2 \times 2 \times 2$ a disegno misto, la Spaziatura (N,I) e il Font (M,P) non risultano significativi, così come le interazioni tra Spaziatura e Dislessia (N,I * Dislessia), tra Font e Dislessia (M,P * Dislessia) e tra Font, Spaziatura e Dislessia (M,P * N,I * Dislessia).

Test dei contrasti entro i soggetti			
Origine	gl	F	Sign.
M_P	1,43	2,347	,133
M_P * Dislessia	1,43	,022	,882
N_I	1,43	,451	,506
N_I * Dislessia	1,43	,054	,817
M_P * N_I	1,43	,001	,979
M_P * N_I * Dislessia	1,43	,223	,639
Test di effetti tra soggetti			
Dislessia	1,43	79,267	,000

Tabella 8.14 Risultati dell'ANOVA $2 \times 2 \times 2$ a disegno misto relativa ai giovani adulti (prova 2).

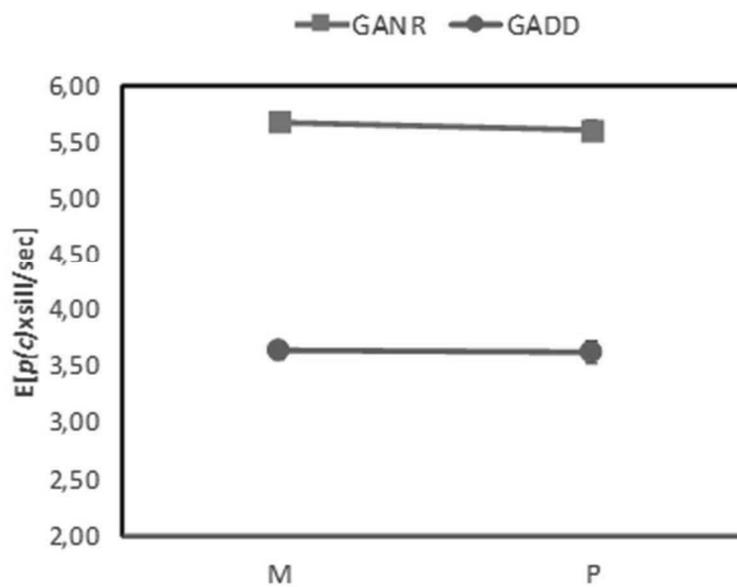


Fig. 8.11. Prestazioni dei partecipanti GANR e GADD relativamente ai due diversi font M e P della prova due (le barre d'errore in alcuni casi sono più piccole dei simboli, quindi non visibili).

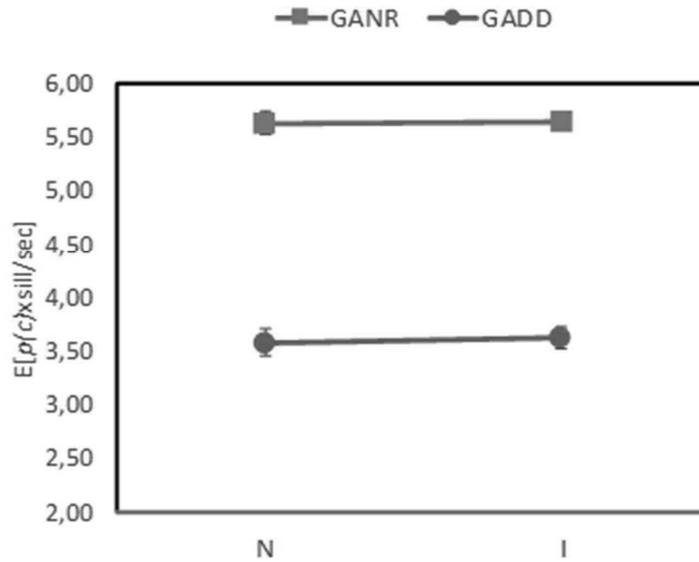


Fig. 8.12. Prestazioni dei partecipanti GANR e GADD relativamente alle due diverse spaziature N e I della prova due (le barre d'errore in alcuni casi sono più piccole dei simboli, quindi non visibili).

Dall'osservazione della Tabella 8.14 e dei grafici delle Fig. 8.11 e 8.12, emerge una differenza significativa per la Dislessia come fattore between-subjects ($F_{1,43} = 79.27; p < 0.001$) ad indicare una prestazione migliore del gruppo GANR rispetto al gruppo GADD.

In entrambi i grafici si osserva una differenza di prestazione tra i GANR [(M= 5,67 vs. P= 5,60) (N=5,63 vs. I=5,65)] e i GADD [(M= 3,63 vs. P= 3,62) (N= 3,58 vs. I= 3,62)], ma non emergono differenze tra le due condizioni M e P e tra N e I.

Ragazzi (RNR e RDD)

Nei ragazzi, dai risultati dell'ANOVA $2 \times 2 \times 2$ a disegno misto, la Spaziatura (N,I) risulta vicina alla significatività, ad indicare una differenza alle due spaziature N e I relativamente al campione totale di ragazzi, così come l'interazione tra Font e Dislessia (M,P * Dislessia) il Font (M,P) e le restanti interazioni non risultano significative (tabella 8.15).

Test di contrasti entro soggetti			
Origine	gl	F	Sign.
M_P	1,46	2,931	,094
M_P * Dislessia	1,46	3,239	,078
N_I	1,46	3,735	,059
N_I * Dislessia	1,46	,307	,582
M_P * N_I	1,46	,004	,952
M_P * N_I * Dislessia	1,46	,071	,791
Test di effetti tra soggetti			
Dislessia	1	82,787	,000

Tabella 8.15. Risultati dell'ANOVA $2 \times 2 \times 2$ a disegno misto relativa ai ragazzi (prova 2).

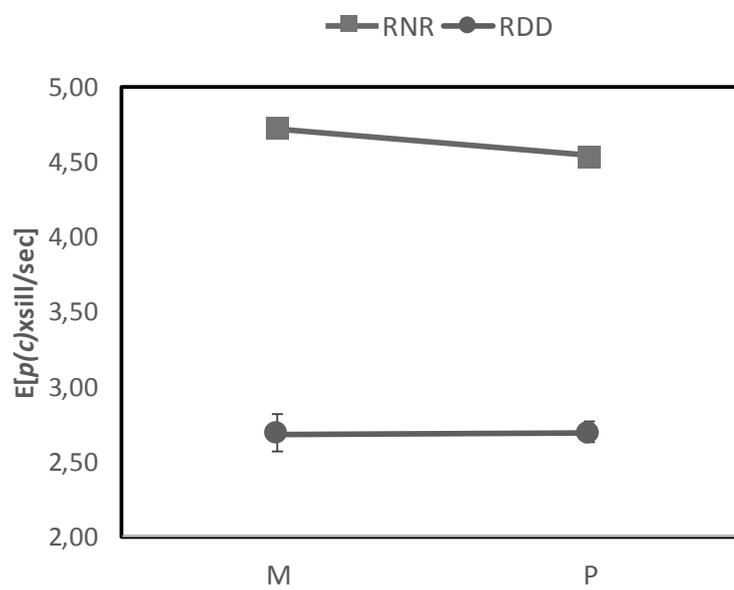


Fig. 8.13. Prestazioni dei partecipanti RNR e RDD relativamente ai due diversi font M e P della prova due.

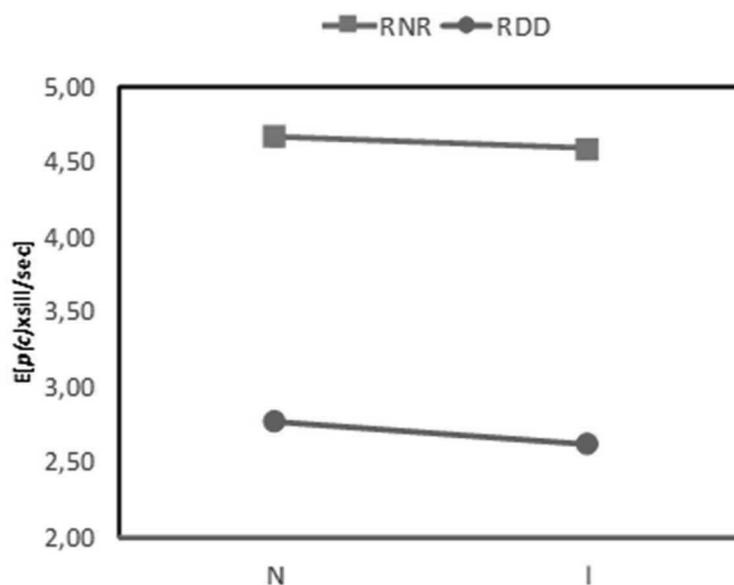


Fig. 8.14. Prestazioni dei partecipanti RNR e RDD relativamente alle due diverse spaziature N e I della prova due (le barre d'errore in alcuni casi sono più piccole dei simboli, quindi non visibili).

Dalla Tabella 8.15 e dai grafici nelle Fig. 8.13 e 8.14 si può rilevare una differenza significativa per la Dislessia come fattore between-subjects ($F_{1,46} = 82.78; p < 0.001$) ad indicare una differenza nella prestazione migliore per il gruppo RNR [(M= 4,72 vs. P= 4,54) (N= 4,67 vs. I= 4,59)] rispetto al gruppo RDD [(M= 2,69 vs. P= 2,70) (N= 2,77 vs. I= 2,62)];

Considerata l'interazione tra Dislessia (i due gruppi) e Font, sono state condotte due ANOVA 2×2 con fattori within-subjects Spaziatura (N,I) \times Font (M,P), separatamente per i due gruppi.

Nel gruppo RNR è risultata significativa la variabile Font ($F_{1,31} = 9.75; p = 0.003$), nella direzione attesa (M= 4,721 vs. P= 4,536). Né la differenza tra le due spaziature, in direzione per altro opposta alle attese (N= 4.67; I= 4.59; $F_{1,31} = 1,15; p = 0.29$), né l'interazione Spaziatura \times Font ($F_{1,31} < 1$) sono risultate significative.

Nel gruppo RDD è risultata significativa la variabile Spaziatura ($F_{1,15} = 4.62; p = 0.04$), ma in senso contrario alle attese (N=2,77; I=2,62), ad indicare una migliore efficienza di lettura con la spaziatura normale rispetto alla spaziatura incrementata; né la variabile font (M= 2.69; P= 2.7; $F_{1,15} < 1$), né l'interazione Spaziatura \times Font ($F_{1,15} < 1$) sono risultate significative.

Per il gruppo RNR è emerso quindi un effetto principale del font M su P ad indicare una migliore prestazione dei ragazzi normolettori alla lettura del font M.

Per il gruppo RDD è emerso un effetto principale della spaziatura N su I, in senso inverso a quanto atteso.

I grafici nelle Fig. 8.15 e 8.16 indicano la differenza tra le prestazioni, espresse con l'indice di efficienza (E), ottenute con i due diversi font M e P e alle due diverse spaziature N e I rispettivamente nei gruppi di partecipanti RNR e RDD.

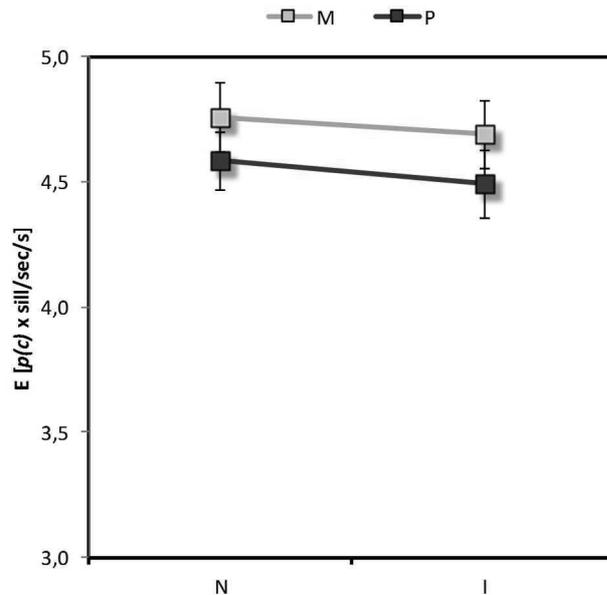


Fig. 8.15. medie dei partecipanti RNR per le quattro condizioni testate (M/N; M/I; P/N; P/I) alla prova due.

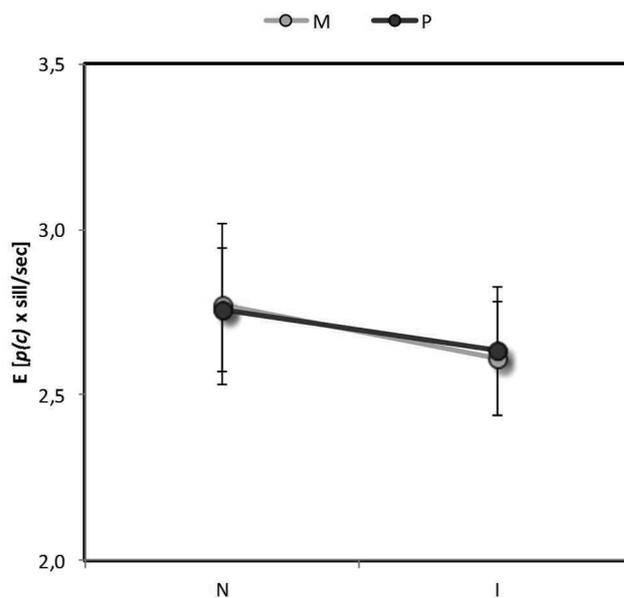


Fig. 8.16. Medie dei partecipanti RDD per le quattro condizioni testate (M/N; M/I; P/N; P/I) alla prova 2.

Il grafico nella Fig. 8.17 illustra la prestazione dei quattro campioni nello spazio definito dal font P in ascissa e dal font M in ordinata. La diagonale maggiore è il luogo dei punti in cui la prestazione non è influenzata dal font. Su entrambi gli assi i valori rappresentano l'efficienza della prestazione E.

Dal grafico si possono vedere globalmente le diverse prestazioni dei quattro campioni: i partecipanti GANR si trovano in alto sulla diagonale ad indicare una prestazione migliore, quindi si trovano i partecipanti RNR, i GADD e infine i RDD con la prestazione peggiore; si può rilevare inoltre la differenza, per i partecipanti RNR a favore del font M rispetto al font P (il cerchio e il quadrato si trovano nell'area sopra la diagonale) e, per i partecipanti RDD, a favore della spaziatura normale rispetto alla spaziatura incrementata (il cerchio blu si trova più in alto sulla diagonale rispetto al quadrato rosso) indipendentemente dal font usato.

Complessivamente si può dire che la sovrapposizione del cerchio blu e del quadrato rosso sulla diagonale indica chiaramente che né la spaziatura, né il font hanno avuto effetto sulla prestazione, ad eccezione delle differenze appena descritte per i due gruppi RDD e RND.

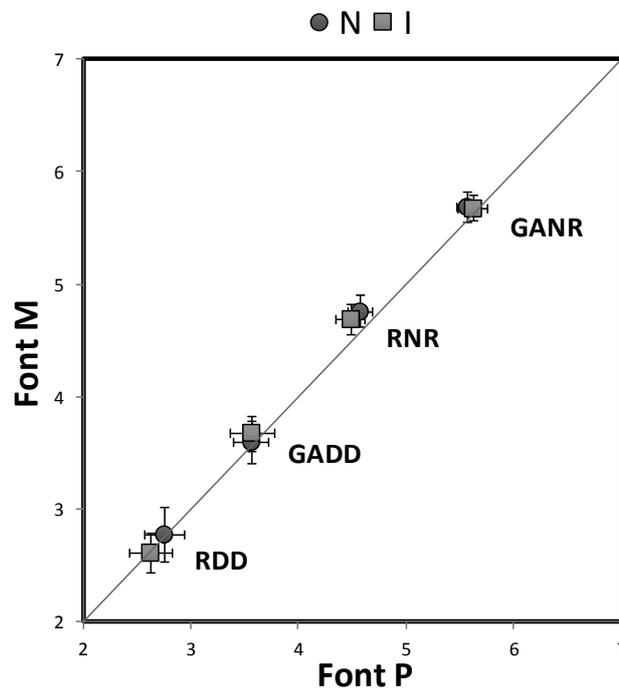


Fig. 8.17. Prestazione dei 4 gruppi (RDD, GADD, RNR; GANR) nella prova 2 (lettura ad alta voce). Il grafico illustra l'efficienza media di lettura per i due livelli di spaziatura, rappresentata nello spazio dei font (P in ascissa e M in ordinata). Le barre verticali/orizzontali indicano ± 1 errore standard della media.

8.2.3 PROVA 3 (DECISIONE LESSICALE)

Descrivo separatamente per i due gruppi di partecipanti GA e R i risultati dell'ANOVA 2×2 a disegno misto [con Dislessia (NR,DD) come fattore between-subjects, e Font (M,P) come fattore within-subjects] e i risultati del test per dati appaiati tra font M e P condotti per i 4 gruppi separatamente (GANR, GADD, RNR, RDD); in entrambi i casi ho utilizzato E come variabile dipendente.

Giovani adulti (GANR e GADD)

Nei giovani adulti, dai risultati dell'ANOVA 2×2 a disegno misto, il Font (M,P) risulta significativo, ad indicare una differenza ai due font M e P relativamente al campione totale di giovani adulti in favore del font M, l'interazione tra Font e Dislessia (M,P * Dislessia), non risulta significativa ad indicare che la superiorità dei NR rispetto ai DD si trova nella stessa misura con il font M e con il font P (Tabella 8.16).

Test di contrasti entro soggetti			
Origine	gl	F	Sign.
m_p	1,43	5,452	,024
m_p * dislessia	1,43	1,541	,221
Test di effetti tra soggetti			
dislessia	1,43	43,349	,000

Tabella 8.16 Risultati dell'ANOVA 2×2 a disegno misto relativa ai giovani adulti (prova 3).

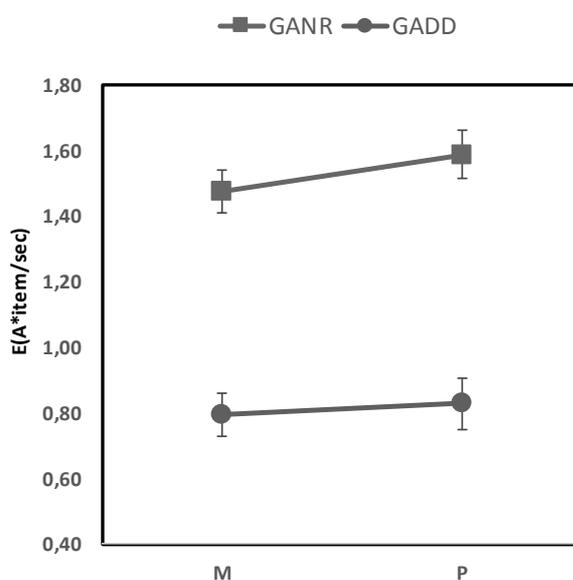


Fig. 8.18. Prestazioni dei partecipanti GANR e GADD relativamente ai due diversi font M e P della prova 3 (decisione lessicale).

All'osservazione della Tabella 8.16 e dal grafico in Fig 8.18, emerge una differenza significativa per dislessia come fattore between-subjects ($F_{1,43} = 43.35$; $p = 0.00$) ad indicare una migliore prestazione media del gruppo NR ($E = 1,53$) rispetto al gruppo DD ($E = 0,81$).

Il test per dati appaiati eseguito sul gruppo GANR ha riportato una differenza significativa a favore del font P ($t = -2.78$, $df = 30$, p (a due code) = 0.009), mentre la significatività non è emersa per il gruppo GADD ($t = -1.30$, $df = 13$, p (a due code) = 0.215).

Ragazzi (RNR e RDD)

Nell'ANOVA 2×2 a disegno misto Dislessia (DD, NR) \times Font (M,P) per i ragazzi risultano significativi entrambi gli effetti principali, ma non l'interazione tra Font e Dislessia (Tabella 8.17).

Test di contrasti entro soggetti			
Origine	gl	F	Sign.
m_p	1,46	4,422	,041
m_p * dislessia	1,46	,007	,935
Test di effetti tra soggetti			
dislessia	1,46	23,256	,000

Tabella 8.17. Risultati dell'ANOVA 2×2 a disegno misto relativa ai ragazzi (prova 3).

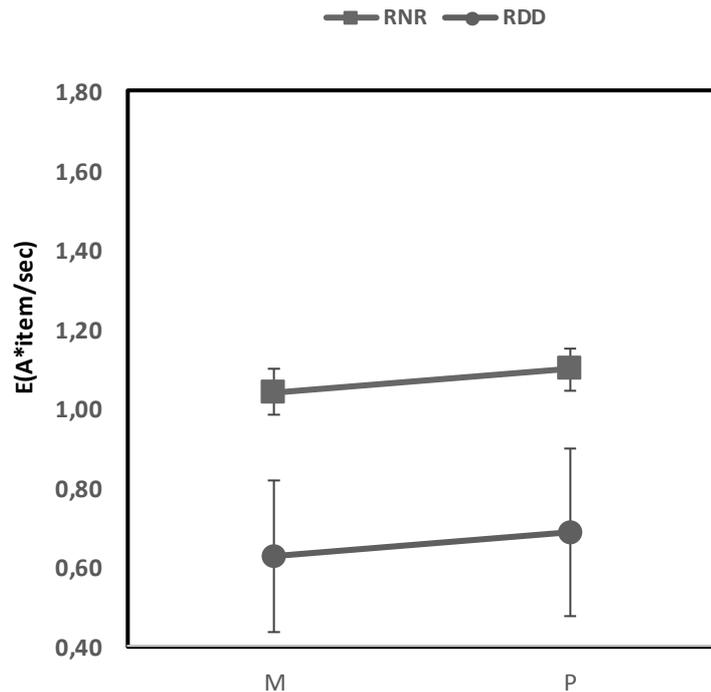


Fig. 8.19. Prestazioni dei partecipanti RNR e RDD relativamente ai due diversi font M e P della prova 3.

All'osservazione della Tabella 8.17 e dal grafico nella Fig 8.19, emerge una differenza significativa per Dislessia come fattore between-subjects ad indicare una migliore prestazione del gruppo NR ($E=1,07$) rispetto al gruppo DD ($E=0,66$).

I test per dati appaiati eseguiti per il gruppo NR ($t = -1.66$, $df= 31$, p (a due code) = 0.107) e per il gruppo DD ($t = -1.51$, $df= 15$, p (a due code) = 0.150) non hanno riportato differenze significative all'interno dei gruppi.

8.2.4 PROVA 4 (CONFRONTO DI STRINGHE)

Anche in questo caso descriverò separatamente per i due gruppi GA e R i risultati dell'ANOVA 2×2 a disegno misto [con Dislessia (NR,DD) come fattore between-subjects, e Font (M,P) come fattore within-subjects] e i risultati del test per dati appaiati tra font M e P condotti per i 4 gruppi separatamente (GANR, GADD, RNR, RDD); anche in questa prova sono stati utilizzati i valori di E come variabile dipendente.

Giovani adulti (GANR e GADD)

Nei giovani adulti, dai risultati dell'ANOVA 2×2 a disegno misto, il Font (M,P) e l'interazione tra Font e Dislessia (M,P * Dislessia) non risultano significativi (Tabella 8.18).

Test di contrasti entro soggetti			
Origine	gl	F	Sign.
M_P	1,43	2,365	,131
M_P * dislessia	1,43	,039	,844
Test di effetti tra soggetti			
dislessia	1,43	30,016	,000

Tabella 8.18. Risultati dell'ANOVA 2×2 a disegno misto relativa ai giovani adulti (prova 4).

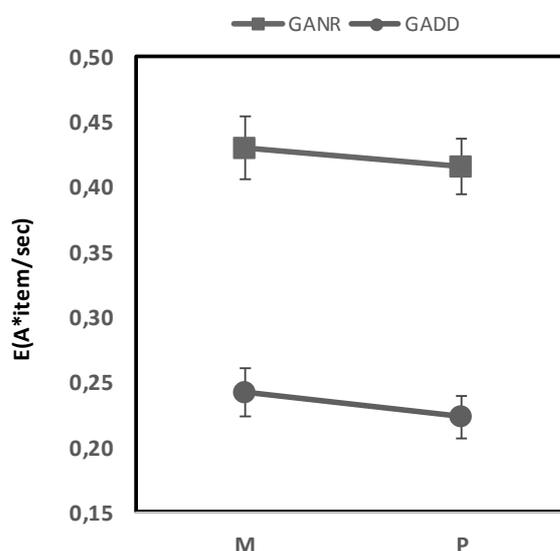


Fig. 8.20. Prestazioni dei partecipanti GANR e GADD relativamente ai due diversi font M e P della prova 4.

Anche in questo caso all'osservazione della Tabella 8.18 e dal grafico nella fig. 8.20, emerge una differenza significativa per dislessia come fattore between-subjects ($F_{1,43} = 30.016$; $p = 0.00$) ad indicare una migliore prestazione del gruppo NR ($E = 0,422$) rispetto al gruppo DD ($M = 0,232$).

I test per dati appaiati eseguiti per il gruppo NR ($t = 1.03$, $df = 30$, p (a due code) = 0.308) non ha riportato un risultato significativo, mentre per il gruppo DD ($t = 2.253$, $df = 13$, p (a due code) = 0.042) ha riportato una differenza significativa in favore del font M.

Ragazzi (RNR e RDD)

Anche nel gruppo dei ragazzi, dai risultati dell'ANOVA 2×2 a disegno misto, il Font (M,P) e l'interazione tra Font e Dislessia (M,P * Dislessia) non risultano significativi (Tabella 8.19).

Test di contrasti entro soggetti			
Origine	gl	F	Sign.
M_P	1,46	,361	,551
M_P * dislessia	1,46	,710	,404
Test di effetti tra soggetti			
dislessia	1,46	7,333	,009

Tabella 8.19. Risultati dell'ANOVA 2×2 a disegno misto relativa ai ragazzi (prova 4).

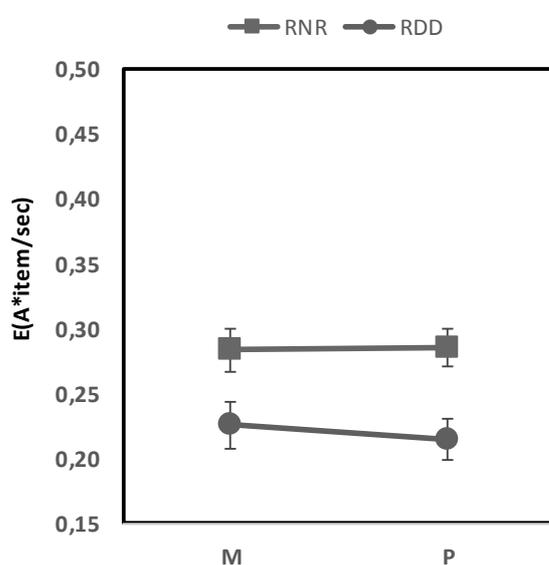


Fig. 8.21. Prestazioni dei partecipanti RNR e RDD relativamente ai due diversi font M e P della prova 4.

Anche per questo gruppo (Tabella 8.19 e Fig. 8.21), emerge una differenza significativa per dislessia come fattore between-subjects ($F_{1,46} = 7.333$; $p = 0.009$) ad indicare una migliore prestazione del gruppo NR (M= 0,285 vs. P= 0,283) rispetto al gruppo DD (M= 0,214 vs. P= 0,225).

I test per dati appaiati eseguiti per i due gruppi NR ($t = -0,184$, $df = 31$, p (a due code) = 0,856) e DD ($t = 1,448$, $df = 15$, p (a due code) = 0,168) non hanno riportato differenze significative.

8.2.5 CORRELAZIONI TRA LE PROVE

GANR	62 osservazioni	Prova 2	Prova 3	Prova 4
MP x	31 partecipanti	lettura ad alta voce	decisione lessicale	confronto di stringhe
Prova 2	lettura ad alta voce		-0,274	-0,191
Prova 3	decisione lessicale			0,128
Prova 4	confronto di stringhe			
GADD	28 osservazioni	Prova 2	Prova 3	Prova 4
MP x	14 participants	lettura ad alta voce	decisione lessicale	confronto di stringhe
Prova 2	lettura ad alta voce		0,317	0,068
Prova 3	decisione lessicale			0,196
Prova 4	confronto di stringhe			
RNR	64 osservazioni	Prova 2	Prova 3	Prova 4
MP x	32 partecipanti	lettura ad alta voce	decisione lessicale	confronto di stringhe
Prova 2	lettura ad alta voce		-0,108	0,024
Prova 3	decisione lessicale			0,578
Prova 4	confronto di stringhe			
RDD	32 osservazioni	Prova 2	Prova 3	Prova 4
MP x	16 partecipanti	lettura ad alta voce	decisione lessicale	confronto di stringhe
Prova 2	lettura ad alta voce		-0,075	0,210
Prova 3	decisione lessicale			0,421
Prova 4	confronto di stringhe			

Tabella 8.20. Valori di r di Pearson relativi alle correlazioni tra le prove 2, 3 e 4 nei 4 gruppi di partecipanti.

Nella Tabella 8.20 troviamo le correlazioni tra i valori di efficienza (E) rilevati alla prova di lettura a voce alta dei gruppi di frasi, alla prova di decisione lessicale (prova 3) e al confronto di stringhe (prova 4) nei quattro gruppi (GANR, GADD, NRN, NDD). In ciascun gruppo, il numero di osservazioni su cui sono stati calcolati i valori del coefficiente di correlazione corrisponde al doppio del numero dei partecipanti, in quanto sono stati utilizzati separatamente i valori relativi alla prestazione con il font M e con il font P.

Dai valori di r relativi alle correlazioni effettuate tra le tre prove emergono alcune correlazioni moderate (evidenziate in grigio nella Tabella 8.20).

Dalla figura si può osservare che i due gruppi dei ragazzi (RNR e RDD) hanno un andamento simile. In entrambi i casi le correlazioni tra prova di lettura ad alta voce (prova 2) e la prova di decisione lessicale (prova 3) sono inverse, c'è una correlazione debole tra la lettura ad alta voce (prova 2) e il confronto di stringhe (prova 4), e una

correlazione moderata tra la decisione lessicale (prova 3) e il confronto di stringhe (prova 4).

Le prove eseguite dal gruppo GANR correlano tra loro in maniera debole o sono inversamente correlate, sono inoltre più basse rispetto a quelle degli altri tre gruppi.

8.3 DISCUSSIONE

L'esperimento condotto era suddiviso in quattro prove.

La prova 1 aveva come obiettivo l'ordinamento di sette font in base alla facilità di lettura percepita a prima vista, senza leggere il testo (o comunque senza leggerlo a voce alta). Lo sperimentatore chiariva che il giudizio doveva basarsi su un'impressione soggettiva globale e che non esistevano risposte giuste/sbagliate. Dall'ordinamento prodotto ne è derivata l'identificazione di un font migliore (M) e un font peggiore (P).

Le restanti tre prove (prova di lettura ad alta voce, prova di decisione lessicale e prova di confronto di stringhe) avevano come obiettivo la valutazione dell'effetto della facilità percepita sulla lettura ad alta voce e su altre prestazioni connesse con la lettura; in particolare, la prova 2 (lettura ad alta voce) ha testato anche l'interazione tra i font M e P identificati nella prova 1 e le spaziature normale e incrementata.

Lo studio ha coinvolto quattro gruppi di partecipanti: giovani adulti normolettori (GANR), giovani adulti con dislessia (GADD), ragazzi normolettori (RNR) e ragazzi con dislessia (RDD) per rilevare eventuali differenze fra dislessici e normolettori, nei due livelli di età.

I font (Tabella 8.1 pag. 109, Fig. 8.1 e Tabella 8.2 pag. 110), appositamente creati per lo studio, sono stati realizzati mantenendo inalterata la struttura di base della lettera e controllando il peso visivo complessivo (controllando la quantità di nero rispetto al bianco sulla pagina) (Schulz, 2016).

Le prove 2, 3 e 4 sono state analizzate utilizzando il parametro E (efficienza) che comprendeva l'accuratezza (prova 2) o la sensibilità/accuratezza (prova 3 e 4) e la velocità.

I risultati ottenuti alla prova 1 (ordinamento) hanno fatto emergere una contrapposizione, in particolare per i RDD, tra i font F3, F4 e F5 e i font F1, F2 e F3; questi ragazzi hanno quindi preferito la variabile monolinearità, rispetto alla non monolinearità che caratterizza invece gli altri tre font. Un font monolineare è

caratterizzato dalla costanza nella larghezza del bastone della lettera e a livello percettivo può risultare più “chiaro e visibile”.

Il font F7, l'unico contenete tratti *dyslexia friendly* è stato considerato il peggiore da parte dei GANR, GADD e dei RNR ed è stato classificato in una posizione intermedia dai partecipanti RDD; i ragazzi con dislessia quindi non hanno dimostrato una particolare preferenza per questo font. Questo risultato corrisponde a quanto rilevato da Rello & Baeza-Yates (2013) con il font OpenDyslexic e da Kuster et al. (2017) con il font Dyslexie; in entrambi i casi i partecipanti con dislessia hanno preferito altri font a quelli appositamente creati per i dislessici.

Il font F7 si caratterizza per la presenza di un'asimmetria alto-basso che lo rende particolare, potrebbe essere stato considerato il peggiore dagli altri tre gruppi proprio perché si discosta parecchio dai font che le persone solitamente incontrano nella loro esperienza di lettura. La variabile “esperienza di lettura” differenzia i RDD dai restanti tre gruppi, dal momento che un bambino dislessico legge in un anno lo stesso numero di parole che un buon lettore legge in due giorni (Cunningham e Stanovich 1998) e potrebbe aver influito nell'ordinamento di preferenza di questi ragazzi rispetto ai restanti partecipanti.

È interessante osservare che il font F1, molto diffuso nell'editoria e frequentemente utilizzato per la stampa dei libri di testo, è stato posizionato all'ultimo posto nell'ordinamento dai ragazzi con dislessia.

Nelle prove 2, 3 e 4 la variabile dislessia si è dimostrata significativa ad indicare una differenza di prestazione dovuta al disturbo; come era presumibile, il confronto all'interno dei livelli di età ha evidenziato una maggiore efficienza per i gruppi dei normolettori rispetto ai gruppi di dislessici.

Alla prova 2 non sono emerse differenze significative alle prestazioni di lettura eseguite con i due font per i gruppi GANR, GADD e RDD, solo i RNR hanno letto meglio il gruppo di frasi con il font migliore.

L'ordinamento effettuato alla prima prova, in tre gruppi su quattro, non ha portato a particolari benefici sulla prestazione di lettura; in modo particolare, è importante sottolineare la mancanza di interazione rilevata nei due gruppi di lettori con dislessia.

La mancanza di una relazione tra preferenza dimostrata e prestazione di lettura è stata riscontrata anche da Rello & Baeza-Yates (2013) e da Kuster et al. (2017).

È importante sottolineare che le modifiche che vengono inserite nei font *dyslexia friendly* spesso sono scelte sulla base delle considerazioni fatte da parte dei ragazzi

con dislessia e di quelle che potrebbero essere, secondo la loro esperienza di lettura, le variabili che rendono loro la lettura più semplice. Probabilmente non esiste una reale relazione tra le caratteristiche che sembrano rendere un font più chiaro e leggibile e la prestazione di lettura, queste quindi potrebbero non rendere la lettura più efficace.

Tuttavia, si può ipotizzare che, nonostante l'assenza di una reale efficacia a livello di prestazione, la lettura effettuata con i font vicini alle esigenze del lettore dislessico potrebbe risultare per questi meno faticosa. Questo dato andrebbe approfondito.

Si può anche pensare che le persone con dislessia abbiano bisogno di un periodo di tempo in cui familiarizzare con i font che ritengono maggiormente leggibili, affinché questi siano realmente utili per agevolare loro le prestazioni di lettura. Secondo quanto affermano Gasser et al. (2005): “i caratteri tipografici non sono leggibili per natura ma è la familiarità dei lettori che conferisce loro tale caratteristica.”

I risultati della prova 2 relativi alla spaziatura hanno rilevato un'unica significatività che va in direzione opposta alle attese. Il gruppo RDD ha letto meglio il gruppo di frasi scritto con la spaziatura normale rispetto alla spaziatura incrementata. Questo risultato è in contrapposizione sia con quanto rilevato nello studio precedente esposto in questa tesi e relativo a “Spaziatura e lettura di non parole” sia con quanto emerso dalle ricerche in quest'ambito (Bouma & Legein 1977; Geiger & Lettvin 1987; Gori & Facchetti 2015; Joo et al. 2018; Martelli et al. 2009; Montani, Facchetti, Zorzi 2015; Perea & Gomez 2012; Perea et al. 2012; Sjoblom, Eaton & Stagg 2016; Spinelli et al. 2002; Zorzi et al. 2012). Il dato è di difficile interpretazione e potrebbe essere spiegato con l'ipotesi sostenuta da Joo et al. (2018) che attribuisce un beneficio della spaziatura solo ad un particolare sottogruppo di dislessici che manifesta un effetto *crowding* a livello di riconoscimento di simboli, e che manifesta una spaziatura critica maggiore (Bouma 1970), il risultato rilevato da Joo et al. (2018) è consistente con i dati già ottenuti in precedenza da altre ricerche (Bouma and Legein 1977; Doron et al. 2015; Martelli et al. 2009).

È importante aggiungere che esiste una differenza importante tra lo studio pubblicato da Zorzi et al. (2012), lo studio relativo a “Spaziatura e lettura di non parole” e quello relativo a “Font e lettura”. Le prime due, nella condizione con spaziatura incrementata, hanno utilizzato un numero inferiore di battute per riga rispetto alla spaziatura normale, nella ricerca su “Font e lettura” le battute per riga rimanevano costanti tra le due spaziature (Schneps 2013). Un'ulteriore differenza era costituita dall'età dei partecipanti. Lo studio su “Font e lettura” comprendeva ragazzi frequentanti

la scuola secondaria di primo grado e giovani adulti, le altre due ricerche hanno coinvolto ragazzi della scuola secondaria di primo grado e bambini della scuola primaria.

I risultati relativi alla prova 3 evidenziano che, tre gruppi su quattro (GANR, RNR e RDD) hanno eseguito meglio il compito di decisione lessicale con il font peggiore, mentre alla prova quattro il gruppo dei giovani adulti con dislessia ha eseguito meglio la prova con il font migliore.

Il primo risultato, corrispondente ad un valore piccolo ma sistematico, potrebbe essere attribuibile a una maggiore attivazione alla prova, indipendente dalla piacevolezza che domina l'ordinamento nel compito di scelta soggettiva; questa ipotesi tuttavia andrebbe controllata isolando la dimensione dell'*arousal* che potrebbe aver comportato nel partecipante un maggior stato attentivo e di vigilanza.

La prova 4 corrisponde ad un confronto di stringhe, compito che coinvolge l'abilità del lettore a contrastare il *crowding* (Spinelli et al 2002); il risultato ottenuto in questo caso potrebbe dipendere dalla migliore consapevolezza, nel gruppo GANR, della leggibilità percepita, probabilmente grazie alla maggiore esperienza di lettura; tuttavia è evidente che l'interpretazione è limitata ad un unico dato e dovrebbe essere oggetto di ulteriore approfondimento.

Infine, dalle correlazioni calcolate tra le prove 2, 3 e 4 all'interno dei quattro gruppi è emerso un andamento simile nei due gruppi di ragazzi (RNR e RDD). In entrambi i casi le correlazioni tra prova di lettura ad alta voce e la prova di decisione lessicale sono inverse, c'è una correlazione debole tra la lettura ad alta voce e il confronto di stringhe, e una correlazione moderata tra la decisione lessicale e il confronto di stringhe. L'andamento di queste correlazioni può dipendere dalla natura del compito che nel caso delle prove tre e quattro fa un pesante affidamento sulla componente decisionale (Zoccolotti et al. 2018; Yap & Balota 2015).

Infine, è importante riportare le considerazioni di Schulz (2016) che afferma che “gli studi scientifici che hanno dimostrato finora l'efficacia dei font creati per persone con difficoltà di lettura, mancano di validità interna”; secondo l'autore, “gli studi non eliminano la possibilità che qualcos'altro possa spiegare i risultati ottenuti. Per esempio, cambiando lo spazio tra le lettere e tra le parole si modifica anche il numero di lettere presenti sulla riga; cambiando una caratteristica del testo possiamo influire su un'altra. In questo modo risulta difficile affermare quale font o impostazione usata faccia la differenza”.

Questa ricerca ha avuto inizio ben prima della pubblicazione dell'articolo di Schulz (2016), tuttavia nello studio dei font utilizzati si è cercato, per quanto possibile, di tener conto delle considerazioni in seguito da lui presentate: il numero di lettere per riga non cambiava tra i vari font; tutti i font derivavano da una modifica del font F1 sulla base di sei distinte variabili (Tabella 8.1) e ne mantenevano invariata la struttura di base della lettera, così come il peso visivo complessivo; si è cercato di contenere per quanto possibile la differenza di spaziatura tra i font (considerando la frase di 4 parole mostrata nella Fig 8.1 la spaziatura variava dall'1,4% in più (F3) al 3,1% in meno (F4) rispetto al font F1). Tuttavia, non possiamo escludere che la problematica relativa alla validità interna sia stata del tutto controllata.

Concludendo, dallo studio non sono emersi dati oggettivi e chiari che spingano verso l'adozione di un particolare font per il miglioramento delle performance di lettura. Dai dati raccolti si potrebbe concludere che i giudizi soggettivi sulla semplicità percepita dei font sembrano non 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 un font non sembrano, in generale, un forte predittore delle prestazioni oggettive.

CONCLUSIONI

I due studi esposti portano a conclusioni contrastanti. Da un lato l'incremento della spaziatura si è dimostrato migliorare la prestazione di lettura delle pseudoparole da parte di bambini con dislessia, dall'altro un incremento, impostato in maniera differente su ragazzi più grandi e giovani adulti, non ha portato ad un beneficio nella lettura. Inoltre le variabili tipografiche, relative al disegno del font, manipolate nella ricerca hanno avuto un'influenza minima sui compiti prescelti.

La ricerca riguardante l'incremento della spaziatura nelle pseudoparole e l'effetto del *crowding* nelle persone con dislessia, oltre a dare informazioni relativamente alle possibili macromodifiche utili per una migliore lettura del testo, aggiunge un tassello alla sempre crescente conoscenza che riguarda il ruolo delle componenti visive in questo disturbo che sempre più viene descritto come un deficit multifattoriale (Menghini et al., 2010).

Le variabili tipografiche manipolate nella seconda ricerca hanno avuto un'influenza minima sui compiti prescelti, tuttavia, l'argomento rimane di particolare rilevanza e il carattere tipografico resta il primo ostacolo che i lettori dislessici devono superare per la decifrazione delle lettere.

Sarà importante continuare a ad approfondire gli studi relativi alle variabili che influenzano la *legibility* anche ad un livello di macrostruttura e di organizzazione del testo.

Gli argomenti oggetto di studio di questi due lavori necessitano di ulteriori ricerche, in particolare, quelle relative alla tipografia potranno se necessario fare affidamento sulla tecnologia digitale che in misura sempre più immediata e precisa sta permettendo di personalizzare ad hoc i testi da leggere.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Aberson D.H.A. & Bouwhuis D. G. (1997). Silent reading as determined by eye and visual acuity. *Journal of Research in Reading*, 20, 184-204.
- Ability Net. NHS choices: Help with accessibility, changing fonts on your computer, 2018. <https://www.nhs.uk/accessibilityhelp/index.html>.
- Ager, S. (2018). Omniglot: The online encyclopedia of writing systems and languages. Disponibile a <https://www.omniglot.com/index.htm>. Ultima visita: 25 luglio 2018.
- Agnew, J. A., Dorn, C., Eden, G. F. (2004). Effect of intensive training on auditory processing and reading skills. *Brain and Language*, 88, 21–25.
- Agrillo, C, Gori, S, Beran, MJ. (2015). Do rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) perceive illusory motion? *Animal Cognition*, 18, 895–910.
- Allerup, P. & Elbro, C. (1998). Comparing differences in accuracy across conditions or individuals: an argument for the use of Log Odds. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51A, 409- 424.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Washington, DC: Author.
- Bachmann, C. (2013). Può un font essere uno strumento compensativo per i lettori con dislessia? *Dislessia*, 10.
- Bachmann, C. & Mengheri, L. (2018). Dyslexia and Fonts: Is a Specific Font Useful? *Brain Science*, 8, 89.
- Barbiero, C., Lonciari, I., Montico, M., Monasta, L., Penge R., Vio C., Tressoldi P.E., Ferluga, V., Bigoni, A., Tullio, A., Carrozzi, M., Ronfani, L, CENDi (National Committee on the Epidemiology of Dyslexia) working group; Epidemiology of Dyslexia of Friuli Venezia Giulia working group (FVGwg). (2012). The submerged dyslexia iceberg: how many school children are not diagnosed? Results from an Italian study_ *PLoS One.*;7: e48082
- Barca, L., Burani, C., Di Filippo, G., Zoccolotti, P. (2006). Italian developmental dyslexic and proficient readers: Where are the differences? *Brain and Language*, 98, 347–351

- Barca, L., Ellis, A.W., Burani, C. (2007). Context-sensitive rules and word naming in Italian children. *Reading and Writing*, 20, 495–509.
- Bellocchi, S. (2008). *Effetto crowding e dislessia evolutiva: un confronto inter e intra-linguistico*. Università di Bologna, Bologna. Italia.
- Benasich, A. A., Choudhury, N. A., Reaple-Bonilla, T., & Roesler, C. P. (2014). Plasticity in developing brain: Active auditory exposure impacts prelinguistic acoustic mapping. *Journal of Neuroscience*, 34, 13349–13363.
- Benasich, A. A., & Tallal, P. (2002). Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment. *Behavioral Brain Research*, 136, 31–49.
- Bishop, D. V. M. & Snowling, M. J. (2004). Developmental dyslexia and specific language impairment: Same or different? *Psychological Bulletin*, 130, 858-888.
- Boer, C. (2018). Dyslexie lettertype. [Dyslexie Font]. Documentazione disponibile sul sito www.dyslexiefont.com; ultima visita il 27 aprile 2018;
- Bolder, T., Klinkenberg, J., Krimpen, H. van Menningh, S., Mijksenaar, P., Oosterhoorn, B., Ruyter, K. & Westerveld, W. (1990). *Typografie. Uitgangspunten, richtlijnen, techniek*. [Typography. Fundamentals, guide lines, and technics]. Amsterdam, the Netherlands: GOC/Houten: Gaade.
- Bouma, H. (1970). Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature*, 226, 177–178.
- Bouma, H. & Legein, C. P. (1977). Foveal and parafoveal recognition of letters and words by dyslexics and average readers. *Neuropsychologia*, 15, 69-80.
- Bouma, H. (1978). Visual search and reading: eye movements and functional visual field: a tutorial review. In J. Requin (Ed.), *Attention and performance*, VII. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brekle, H. E. (1994). Some thoughts on a historico-genetic theory of the lettershapes of our alphabet. In W. C. Watt (Ed.), *Writing systems and cognition* (pp. 128–138). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Bremner, J. G., & Taylor, A. J. (1982). Children’s errors in copying angles: Perpendicular error or bisection error? *Perception*, 11, 163–171.
- British Dyslexia Association (n.d.). Typefaces for dyslexia. Disponibile a <http://bdatech.org/what-technology/typefaces-for-dyslexia/>

- Brus, B. & Voeten, B. (1995). *Eén minuut test vorm A en B. Verantwoording en handleiding* [one-minute-test manual]. Lisse, The Netherlands: Swets&Zietlinger.
- Burani, C., Barca, L., Ellis, A.W. (2006). Orthographic complexity and word naming in Italian: Some words are more transparent than others. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 346-352;
- Callens, M., Whitney, C., Tops, W. & Brysbaert, M. (2013). No deficiency in left-to-right processing of words in dyslexia but evidence for enhanced visual crowding. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66, 1803–1817.
- Cassim, R., Talcott, J. B., Moores, E. (2014). Adults with dyslexia demonstrate large effects of crowding and detrimental effects of distractors in a visual tilt discrimination task. *PLoS ONE*, 9, e106191.
- Castles, A. & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47, 149–180.
- Castles, A. & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, 91, 77–111.
- Castles, A., Rastle, K., Nation, K. (2018). Ending the reading wars: reading acquisition from novice to expert. *Psychological Science in the Public Interest*, 19, 5-51.
- Cattell, J. M. (1885). The inertia of the eye and the brain. *Brain*, 8, 295—312.
- Catts, H. W., Adlof, S. M., Hogan, T. P., & Weismer, S. E. (2005). Are Specific Language Impairment and Dyslexia Distinct Disorders? *Journal of Hearing, Language and Hearing Research*, 48, 1378-1396.
- Chang, L. Y., Chen, Y. C., & Perfetti, C. A. (2018). GraphCom: A multidimensional measure of graphic complexity applied to 131 written languages. *Behavior Research Methods*, 50, 427.
- Changizi, M., & Shimojo, S. (2005). Character complexity and redundancy in writing systems over human history. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272, 267–275.
- Chung, S. T. L. (2002). The effect of letter spacing on reading speed in central and peripheral vision. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 43, 1270–1276.

- Chung, S. T. L. (2004). Reading Speed Benefits from Increased Vertical Word Spacing in Normal Peripheral Vision. *Optometry and Vision Science*, *81*, 525–535.
- Chung, S. T. L., & Mansfield, J.S. (2009). Contrast polarity differences reduce crowding but do not benefit reading performance in peripheral vision. *Vision Research*, *49*, 2782–2789.
- Chung, S. T. L., Mansfield, J. S., Legge, G.E. (1998). Psychophysics of reading, XVIII: the effect of print size on reading speed in normal peripheral vision. *Vision Research*, *38*, 2949–62.
- Cohen, L., Dehaene, S., Vinckier, F., Jobert, A. & Montavont, A. (2008). Reading normal and degraded words: Contribution of the dorsal and ventral visual pathways. *Neuroimage*, *40*, 353–366.
- Cohen, L., Martinaud, O., Lemer, C., Leheric, S., Samson Y., Obadia M., et al. (2003). Visual word recognition in the left and right hemispheres: Anatomical and functional correlates of peripheral alexias. *Cerebral Cortex*, *13*, 1313–1333.
- Cohen, L., Dehaene, S., McCormick, S., Durant, S., Zanker, J.M. (2016). Brain mechanisms of recovery from pure alexia: A single case study with multiple longitudinal scans. *Neuropsychologia*, *91*, 36-49.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, *108*, 204.
- Consensus Conference (2007) Disturbi evolutivi specifici di apprendimento. Disponibile a:
www.lineeguidadsa.it/download_documentiDSA/RACCOMANDAZIONI_PRACTICA_CLINICA_DSA2007.zip. Ultima visit ail 10 luglio 2018.
- Cornoldi, C. & Colpo, M. (1998). *Prove di Lettura MT per la Scuola Elementare-2. Il Rinnovo di un Classico set di Prove di Lettura*; Giunti O.S. Organizzazioni Speciali: Firenze, Italy.
- Cunningham, A. E., Stanovich, K. E. (1998). What reading does for the mind. *American Educational Research Journal*, *22*, 8–15.
- Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., & Vinckier, F. (2005). The neural code for written words: A proposal. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*, 335–341.

- Davis, A., Bruyn, B. D., & Boyles, S. (2005). Angular figures constrain the perpendicular bias in children's line copying. *Cognitive Development*, 20, 422–426.
- Davis, C. J. (2010). The spatial coding model of visual word identification. *Psychological Review*, 117, 713-758.
- De Brouwers, M. (2012). *Do dyslexics benefit from Dyslexie font?* (Master Thesis), University of Amsterdam, Amsterdam, the Netherlands.
- de Brouwers, M. (2012). *Do dyslexics benefit from Dyslexie font?* University of Amsterdam, Amsterdam, the Netherlands.
- Dehaene, S., (2009). *I neuroni della lettura*. Raffaello Cortina Editore, Milano.
- Dejerine, J. (1891). Sur un cas de cécité verbal avec agraphie, suivi d'autopsie. *Mémoires de la Societe de Biologie*, 3, 197–201.
- Dejerine, J. (1892). Contributions à l'étude anatomo-pathologique et clinique de différentes variétés de cécité verbale. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances et Mémoires de la Société de Biologie, Ninth series*, 4, 61–90.
- de Leeuw, R. (2010). *Special font for dyslexia?* University of Twente, Enschede.
- Demonet, JF, Taylor, MJ, Chaix, Y (2004) Developmental dyslexia. *Lancet* 363, 1451–60.
- Doron, A., Manassi, M., Herzog, M. H. & Ahissar, M. (2015). Intact crowding and temporal masking in dyslexia. *Journal of vision*, 15, 13.
- Ehri, L.C. (1989) The development of spelling knowledge and its role in reading acquisition and reading disability. *Journal of Learning Disabilities*, 22, 356–365.
- Elliott, D.B., Trukolo-Ilic, M., Strong, J.G., Pace, R., Plotkin, A., Bevers, P. (1997). Demographic characteristics of the vision-disabled elderly. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 38, 2566–75.
- Ellis, A. W. (2004). Length, formats, neighbours, hemispheres, and the processing of words presented laterally or at fixation. *Brain and Language*, 88, 355–366.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a non-search task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.

- Evett, L., & Brown, D. (2005). Text formats and web design for visually impaired and dyslexic readers-clear text for all. *Interacting with computers*, 17, 453-472.
- Facoetti, A., Corradi, N., Ruffino, M., Gori, S., Zorzi, M. (2010) Visual spatial attention and speech segmentation are both impaired in preschoolers at familial risk for developmental dyslexia. *Dyslexia* 16:226–239.
- Facoetti, A., Trussardi, A.N., Ruffino, M., Lorusso, M.L., Cattaneo, C., Galli, R., Molteni, M., Zorzi, M. (2010). Multisensory spatial attention deficits are predictive of phonological decoding skills in developmental dyslexia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 1011–1025.
- Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M. L., Molteni, M., et al. (2006). The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 23, 841–855.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., Facoetti, A. (2012) A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. *Current Biology*, 22, 814–819.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M. & Facoetti, A. (2013) Action video games make dyslexic children read better. *Current Biology*, 23, 462–466.
- French, N. (2003). Read Regular. Disponibile su <http://www.readregular.com/english/contact.html>; ultima visita il 29 aprile 2018;
- Freeman, J. & Pelli, D.G. (2007). An escape from crowding. *Journal of vision*, 7(2), 1-14.
- Frost, R. (2012). Toward a universal model of reading. *Behavioral & Brain Sciences*, 35, 263–279.
- Gabrieli, J. D. (2009). Dyslexia: A new synergy between education and cognitive neuroscience. *Science*, 325, 280–283.
- Galuschka, K., Ise, E., Krick, K., & Schulte-Körne, G. (2014). Effectiveness of treatment approaches for children and adolescents with reading disabilities: A meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*, 9, e89900.
- Gasser M., Boeke J., Haffernan M., Tan R. (2005). The influence of font type on information recall. *North American Journal of Psychology*, 7, 181–188.

- Geiger, G. & Lettvin, J. Y. (1987). Peripheral vision in persons with dyslexia. *New England Journal of Medicine*, 316, 1238-1243.
- Girshick, A. R., Landy, M. S., & Simoncelli, E. P. (2011). Cardinal rules: Visual orientation perception reflects knowledge of environmental statistics. *Nature Neuroscience*, 14, 926–932.
- Gomez, P., Ratcliff, R., & Perea, M. (2008). The overlap model: A model of letter position coding. *Psychological Review*, 115, 577-601.
- Goolkasian, P., & King, J. (1990). Letter identification and lateral masking in dyslexic and average readers. *American Journal of Psychology*, 103, 519-538.
- Gori, S., Facoetti, A. (2015). How the visual aspects can be crucial in reading acquisition: the intriguing case of crowding and developmental dyslexia. *Journal of vision* 15, 1-20.
- Gonzalez, A. (2014). OpenDyslexic: a font. Disponibile su <http://opendyslexic.org/>
- Gori, S., Agrillo, C., Dadda, M., Bisazza, A. (2014). Do fish perceive illusory motion? *Scientific Reports*, 4, 6443.
- Gori, S., Cecchini, P., Bigoni, A., Molteni, M., Facoetti, A. (2014). Magnocellular-dorsal pathway and sub-lexical route in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 24, 8:460.
- Gori, S., Giora, E., Yazdanbakhsh, A., Mingolla, E. (2011). A new motion illusion based on competition between two kinds of motion processing units: the accordion grating. *Neural Networks*, 24, 1082–1092.
- Gori, S., Hamburger, K. (2006). A new motion illusion: the Rotating-Tilted-Lines illusion. *Perception*, 35, 853–885.
- Gori, S., Seitz, A. R., Ronconi L., Franceschini S. & Facoetti A. (2016). Multiple causal links between Magnocellular–Dorsal pathway deficit and developmental dyslexia. *Cerebral Cortex*, 26, 4356–4369.
- Gori, S, Yazdanbakhsh, A. (2008). The riddle of the Rotating-Tilted-Lines illusion. *Perception*, 37, 631–635.
- Goswami, U. (2003). Why theories about developmental dyslexia require developmental designs. *Trend in Cognitives Science*, 7,534–540.
- Goswami, U., & Bryant, P. (1990). Phonological skills and learning to read. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 32, 1173–1176.

- Grainger, J. & Segui, J. (1990). Neighborhood frequency effects in visual word recognition: A comparison of lexical decision and masked identification latencies. *Perception & Psychophysics*, 47, 191–198.
- Grainger, J., Tydgat, I., & Issel , J. (2010). Crowding affects letters and symbols differently. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 673-688.
- Grainger, J., & Whitney, C. (2004). Does the human mind read words as a whole? *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 58–59.
- Guilford, J.P. (1954). *Psychometric methods*. McGraw-Hill;
- Habib, M., Espesser, R., Rey, V., Giraud, K., Bruas, P., Greset, C. (1999). Training dyslexics with acoustically modified speech: Evidence of improved phonological performance. *Brain Cognition*, 40, 143–146.
- Hakvoort, B., van den Boer, M., Leenaars, T., Bos, P., Tijms, J. (2017). Improvements in reading accuracy as a result of increased interletter spacing are not specific to children with dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 164, 101-116.
- Henderson, L. M., Tsogka, N., & Snowling, M. J. (2013). Questioning the benefits that coloured overlays can have for reading in students with and without dyslexia. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 13, 57–65.
- Hillier, R. (2008). Sylexiad: A typeface for the adult dyslexic reader. *Journal of Writing in Creative Practice*, 1(3), 275-291.
- Hillier, R.A., (2006). *A typeface for the Adult Dyslexic Reader*. Anglia Ruskin University, Cambridge.
- Hooper, S., Hannafin, M. J. (1986). Variables affecting the legibility of computer generated text. *Journal of instructional development*, 9, 22–28
- Hornickel, J., & Kraus, N. (2013). Unstable representation of sound: A biological marker of dyslexia. *Journal of Neuroscience*, 33, 3500–3504.
- Huey, E.B. (1908). *The psychology and pedagogy of reading*. New York: Macmillan.
- Hughes, L. E., & Wilkins, A. J. (2000). Typography in children's reading schemes may be suboptimal: Evidence from measures of reading rate. *Journal of Research in Reading*, 23, 314–324.

- Hughes, L. E., & Wilkins, A. J. (2002). Reading at a distance: Implications for the design of text in children's big books. *British Journal of Educational Psychology*, 72, 213-226.
- Hyönä, J. & Olson, R. (1995). Eye fixation patterns among dyslexic and normal readers: Effects of word length and word frequency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 1430.
- Interagency Committee on Learning Disabilities (1987) *Learning disabilities: a report to the U.S. Congress*. Government Printing Office.
- International Dyslexia Association (2018). Dyslexia Basics. Disponibile a <https://dyslexiaida.org/dyslexia-basics>; ultima visita il 29 aprile 2018;
- Istituto Superiore di Sanità (2011) *Consensus Conference Disturbi Specifici dell'Apprendimento*. Sistema nazionale per le linee guida Ministero della salute. Disponibile su: www.lineeguidadsa.it/download_documentiDSA/Raccomandazioni_CC_DS_A.zip. Ultima visita il 10 luglio 2018.
- Joo, S. J., Donnelly, P. M., & Yeatman, J. D. (2017). The causal relationship between dyslexia and motion perception reconsidered. *Scientific Reports*, 7, 4185.
- Joo, S., White, A., Strodman, J. D., Yeatman, J. D. (2018). Optimizing text for an individual's visual system: The contribution of crowding to reading difficulties. *Cortex*, 103, 2911-301.
- Katz, L., & Frost, R. (1992). The reading process is different for different orthographies: The orthographic depth hypothesis. In R. Frost & L. Katz (Eds.), *Orthography, Phonology, Morphology, and Meaning* (Vol. 94, pp. 67–84). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science.
- Kirby, J. R., Georgiou, G. K., Martinussen, R., Parrila, R. (2010). Naming Speed and Reading: From Prediction to Instruction. *Reading Research Quarterly*, 45, 341-362.
- Klein, R., Berry, G., Briand, K., D'Entremont, B. & Farmer, M. (1990). Letter identification declines with increasing retinal eccentricity at the same rate for normal and dyslexic readers. *Perception & Psychophysics*, 47, 601–606.
- Kuster, S., Braams, T., & Bosman, A.M.T. (2012). Why is Dyslexie font better? *Tijdschrift voor Remedial Teaching*, 2, 26–28.

- Kuster, S.M., van Weerdenburg, M., Gompel, M., Bosman, A.M.T. (2017). Dyslexie font does not benefit reading in children with or without dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 6, 25–42
- Lambon Ralph, M. A., & Graham, N. L. (2000). Previous cases: Acquired phonological and deep dyslexia. *Neurocase*, 6, 141–178.
- Lambon Ralph, M. A., & Patterson, K. (2005). Acquired disorders of reading. In M. Snowling & C. Hulme (Eds.), *The science of reading: A handbook* (pp. 413–430). Oxford: Oxford University Press.
- Lannon, J. M. (2000). Chapter 15: designing pages and documents. *Technical Communication* (8th ed.). (pp. 304-322) New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Latham, K., Whitaker, D.A. (1996). comparison of word recognition and reading performance in foveal and peripheral vision. *Vision Research*, 36, 2665–74.
- Latto, R., Brain, D., & Kelly, B. (2000). An oblique effect in aesthetics: Homage to Mondrian (1872–1944). *Perception*, 29, 981–987.
- Latto, R., & Russel-Duff, K. (2002). An oblique effect in the selection of line orientation by twentieth century painters. *Empirical Studies of The Arts*, 20, 49–60. <https://doi.org/10.2190/3VEY-RC3B-9GM7-KGDY>
- Leat, S.J., Rumney, N.J. (1990). The experience of a university-based low vision clinic. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 10, 8–15.
- Legge, G. E., & Bigelow, C. A. (2011). Does print size matter for reading? A review of findings from vision science and typography. *Journal of Vision*, 11, 1–22.
- Legge, G.E., Cheung, S.H., Yu, D., Chung, S.T.L., Lee, H.W., & Owens, D.P. (2007). The case for the visual span as a sensory bottleneck in reading. *Journal of Vision*, 7, 1–15.
- Legge, G. E. Mansfield, J. S., & Chung, S.T. (2001). Psychophysics of reading. XX. Linking letter recognition to reading speed in central and peripheral vision. *Vision Research*, 41, 725-743.
- Legge, G. E., Pelli, D. G., Rubin, G. S. & Schleske, M. M. (1985). Psychophysics of reading: I. Normal vision. *Vision Research*, 25, 239-252.

- Legge, G. E., Rubin, G. S., Pelli, D. G. & Schleske, M. M. (1985). Psychophysics of reading: II. Low vision. *Vision Research*, 25, 253-266.
- Li, W., Thier, P., & Wehrhahn, C. (2000). Contextual influence on orientation discrimination of humans and responses of neurons in V1 of alert monkeys. *Journal of Neurophysiology*, 83, 941–954.
- Livingstone, M. S., Hubel, D. H. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *Journal of Neuroscience*, 7, 3416–3468.
- Lockley, S. (2002). Dyslexia and higher education: accessibility issues. *The Higher education academy*.
- Lorusso, M. L., Facoetti, A., Pesenti, S., Cattaneo, C., Molteni, M. & Geiger, G. (2004). Wider recognition in peripheral vision common to different subtypes of dyslexia. *Vision Research*, 44, 2413-2424.
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53, 1-14.
- Mackenzie, I. S. (2013). *Human-Computer Interaction. An Empirical Research Perspective*. Morgan Kaufmann, San Francisco.
- Mansfield, J. S., Legge G. E. & Bane, M. C. (1996). Psychophysics of reading. XV. Font effects in normal and low vision. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 37, 1492-1501.
- Mann, V. A. & Wimmer, H. (2002) Phoneme awareness and pathways to literacy: a comparison of German and American children. *Reading and Writing*, 15, 653–682.
- Marconi, L., Ott, M., Pesenti, E., Ratti, D., & Tavella, M. (1993). Lessico elementare: Dati statistici sull'italiano letto e scritto dai bambini delle elementari. Bologna: Zanichelli
- Marinus, E., Mostard, M., Segers, E., Schubert, T. M., Madelaine, A., & Wheldall, K. (2016). A special font for people with dyslexia: Does it work and, if so, why? *Dyslexia*, 22, 233–244. <https://doi.org/10.1002/dys.1527>.
- Martelli, M., Di Filippo, G., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2009). Crowding, reading, and developmental dyslexia. *Journal of Vision*, 9,1-18.
- Martelli, M., Majaj, N.J., & Pelli, D.G. (2005). Are faces processed like words? A diagnostic test for recognition by parts. *Journal of Vision*, 5, 58–70.

- Mattingly, I. G. (1972). Speech cues and sign stimuli. *American Scientist*, 60, 327–337.
- McCarthy, M.S. & Mothersbaugh, D.L. (2002). Effects of typographic factors in advertising-based persuasion: A general model and initial empirical tests. *Psychology & Marketing*, 19, 663-691.
- Menghini, D., Finzi, A., Benassi, M., Bolzani, R., Facoetti, A., Giovagnoli, S., Ruffino, M., Vicari, S., (2010). Different underlying neurocognitive deficits in developmental dyslexia: A comparative study. *Neuropsychologia*, 48, 863-872.
- Mills, C. B. & Weldon, L. J. (1987). Reading text from computer screens. *ACM Computing Surveys*, 19, 329-358.
- Moll, K. & Jones, M. (2013). Naming fluency in dyslexic and nondyslexic readers: Differential effects of visual crowding in foveal, parafoveal, and peripheral vision. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66, 2085–2091.
- Montani, V., Facoetti, A., & Zorzi, M. (2014). Spatial attention in written word perception. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 42.
- Montani, V., Facoetti, A., Zorzi, M. (2015). The effect of decreased interletter spacing on orthographic processing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22, 824-32.
- Morrone, M. C., Tosetti, M., Montanaro, D., Fiorentini, A., Cioni, G., Burr, D. C. (2000). A cortical area that responds specifically to optic flow, revealed by fMRI. *Nature Neuroscience*, 3, 1322–1328.
- Moores, E., Cassim, R., Talcott, J. B. (2011). Adults with dyslexia exhibit large effects of crowding, increased dependence on cues, and detrimental effects of distractors in visual search tasks. *Neuropsychologia*, 49, 3881-3890.
- Morin, O. (2018). Spontaneous Emergence of Legibility in Writing Systems: The Case of Orientation Anisotropy. *Cognitive Science*, 42, 664-677.
- Motter, B.C., & Belky, E.J. (1998). The zone of focal attention during active visual search. *Vision Research*, 38, 1007–1022.
- Mugnaini, D., Lassi, S., La Malfa, G., Albertini, G. (2009) Internalizing correlates of dyslexia. *World Journal of Pediatrics*, 5, 255-64.

- Mueller, S. T. & Zhang, J. (2015). A Non-Parametric ROC-Based Measure of Sensitivity. Appearing in *Proceedings of the ICML 2006 workshop on ROC Analysis in Machine Learning*, Pittsburgh, USA, 2006.
- Nanavati, A.A. & Bias, R.G. (2005). Optimal line length in reading- A literature review. *Visible Language*, 39, 121-145.
- Nelson, J., Harwood, H. (2011) Learning disabilities and anxiety: a metaanalysis. *Journal of Learning Disabilities*, 44, 3–17.
- O’Brien, B. A., Mansfield, J. S., & Legge, G. E. (2005). The effect of print size on reading speed in dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 28, 332–349.
- O’Connor, R. E., & Foster, K. I. (1981). Criterion bias and search sequence bias in word recognition. *Memory & Cognition*, 9, 78-92.
- Ossen, A. (2012). Effecten van het Lettertype Dyslexie in het basisonderwijs – een praktijkonderzoek. *Beter begeleiden digitaal*.
- Pardo, L.S. (2004). What every teacher needs to know about comprehension. *The Reading Teacher*, 58, 272-280.
- Parker, R. I., & Vannest, K. J. (2009). An improved effect size for single case research: non-overlap of all pairs (NAP). *Behavior Therapy*, 40, 357–367.
- PARCC. (2011). DSA Documento d’intesa. www.lineeguidadsa.it/download_documentiDSA/Raccomandazioni_clinica_DSA11.zip. Ultima visita il 10 luglio 2018.
- Paterson, K. B., & Jordan, T. R. (2010). Effects of increased letter spacing on word identification and eye guidance during reading. *Memory & Cognition*, 38, 502-512.
- Paterson D. G. & Tinker M. A. (1944). Eye movements in reading optimal and non-optimal typography. *Journal of Experimental Psychology*, 34, 80-83.
- Paterson, D.G., Tinker M.A. (1944). Influence of linewidth on eye movements. *Journal of Experimental Psychology*, 27, 572-577.
- Pelli, D.G., Farell, B., & Moore, D.C. (2003). The remarkable inefficiency of word recognition. *Nature*, 423, 752–756.
- Pelli, D. G., Palomares, M., & Majaj, N. J. (2004). Crowding is unlike ordinary masking: Distinguishing feature integration from detection. *Journal of Vision*, 4, 1136–1169.

- Pelli, D.G., & Tillman, K.A. (2007). Parts, wholes, and context in reading: A triple dissociation. *PLoS ONE*, 2, e680.
- Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, 101, 385-413.
- Peterson R.L., Pennington B.F. (2015). Developmental dyslexia. *Annual Review of Clinical Psychology*, 11, 283-307.
- Perea, M., Gómez, P. (2012). Increasing interletter spacing facilitates encoding of words. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19, 332-338.
- Perea, M., Gómez, P. (2012). Subtle increases in interletter spacing facilitate the encoding of words during normal reading. *PLoS One*, 7: e47568.
- Perea, M. & Lupker, S. J. (2003). Does judge activate COURT? Transposed-letter confusability effects in masked associative priming. *Memory and cognition*, 31, 829-841.
- Perea, M. & Lupker, S. J. (2004). Can CASINO activate CASINO? Transposed-letter similarity effects with nonadjacent letter positions. *Journal of Memory and Language*, 51, 231-246.
- Perea, M., Moret-Tatay, C., Gómez, P. (2011). The effects of interletter spacing in visual-word recognition. *Acta Psychologica*, 137, 345-351.
- Perea, M., Panadero, V., Moret-Tatay, C., & Gómez, P. (2012). The effects of inter-letter spacing in visual-word recognition: Evidence with young normal readers and developmental dyslexics. *Learning and Instruction*, 22, 420–430.
- Perea, M., Rosa, E., & Gómez, C. (2005). The frequency effect for pseudowords in the lexical decision task. *Perception & Psychophysics*, 67, 301–314.
- Perea, M., Rosa, E., & Gomez, C. (2005). The frequency effect for pseudowords in the lexical decision task. *Perception & Psychophysics*, 67, 301-314.
- Pelli, D. G. & Tillman, K. A. (2008). The uncrowded window of object recognition. *Nature Neuroscience*, 11, 1129-1135.
- Pelli, D. G., Tillman, K. A., Freeman, J., Su, M., Berger, T. D., & Majaj, N. J. (2007). Crowding and eccentricity determine reading rate. *Journal of Vision*, 7, 1–36.

- Perfetti, C. A., Zhang, S., Berent, I. (1992). Reading in English and Chinese: evidence for a “universal” phonological principle. *Advances in psychology*, 94, 227-48.
- Perry, C., Ziegler, J. C., Zorzi, M. (2007). Nested incremental modeling in the development of computational theories: The CDP+ model of reading aloud. *Psychological Review*, 114, 273–315.
- Perry, C., Ziegler, J. C., Zorzi, M. (2010). Beyond single syllables: large-scale modeling of reading aloud with the Connectionist Dual Process (CDP++) model. *Cognitive Psychology*, 61, 106-51.
- Perry, C., Ziegler, J. C., & Zorzi, M. (2013). A computational and empirical investigation of graphemes in reading. *Cognitive Science*, 37, 800–828.
- Perondi, L., Gerbino, W., Chia, B., Arista, R., Pignoni, G., Gaudenzi, G. (2017). Tipografia parametrica e Developmental Dyslexia. *MD Journal*, 3, 88-113.
- Pijpker, T. (2013). Reading performance of dyslexics with a special font and a colored background (Unpublished master’s thesis). University of Twente, Enschede, The Netherlands.
- Pinna, B., & Deiana, K. (2018). On the role of color in reading and comprehension tasks in dyslexic children and adults. *i-Perception*, 9, 1-22.
- Ptak, R., Di Pietro, M., Schnider, A. (2012). The neural correlates of object-centered processing in reading: a lesion study of neglect dyslexia. *Neuropsychologia*, 50, 1142-50.
- Rand Reading Study Group. (2002). *Reading for understanding: Towards an R&D program in reading comprehension*. Materiale disponibile sul sito http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monograph_reports/2005/MR1465.pdf ultima visita il 21 luglio 2018.
- Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, 85, 59–108.
- Raven, J.C. CPM, *Coloured Progressive Matrices, Serie A, AB, B, Manuale*; O.S. Organizzazioni Speciali: Firenze, Italy.
- Rayner, K. & Duffy, S. (1986). Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. *Memory & Cognition*, 14, 191-201.

- Rello, L., & Baeza-Yates, R. (2013). Good fonts for dyslexia. In Proceedings of the 15th international ACM SIGACCESS conference on computers and accessibility. Bellevue: WA.
- Ripamonti, E., Aggujaro, S., Molteni, F., Zonca, G., Frustaci, M., Luzzatti, C. (2014). The anatomical foundations of acquired reading disorders: a neuropsychological verification of the dual-route model of reading. *Brain language*, 134, 44-67.
- Rodgers, B. (1983). The identification and prevalence of specific reading retardation. *British Journal of Education Psychology*, 53, 369-373.
- Rosen, S., & Pelli, D. G. (2012). Reading faster by reducing visual crowding. *Journal of Vision*, 12, 597.
- Rosen, S. & Pelli, D.G. (2015). Crowding by a repeating pattern. *Journal of vision*, 15, 1-9.
- Rossi-Arnaud, C., Pieroni, L., Spataro, P., & Baddeley, A. (2012). Working memory and individual differences in the encoding of vertical, horizontal and diagonal symmetry. *Acta Psychologica*, 141, 122–132.
- Rubinstein, R. (1988). *Digital typography: An introduction to type and composition for computer system design*. Boston, MA: AddisonWesley.
- Ruzzoli, M., Gori, S., Pavan, A., Pirulli, C., Marzi, C. A., Miniussi C. (2011). The neural basis of the Enigma illusion: a transcranial magnetic stimulation study. *Neuropsychologia*, 49, 3648–3655.
- Sartori, G, Job, R, Tressoldi, PE, (2007). *DDE-2. Batteria per la valutazione della dislessia e della disortografia evolutiva*. Firenze: Giunti OS.
- Sasson, R. (2018). Sassoon® Fonts. Disponibile a www.sassoonfont.co.uk; ultima visita il 27 aprile 2018;
- Schneps, M. H., Thomson J. M., Chen C., Sonnert G., Pomplun M. (2013). Shorter lines facilitate reading in those who struggle. *PLoS One*, 8:e71161.
- Schneps, M. H., Thomson, J. M., Chen, C., Sonnert, G., Pomplun, M. (2013). E-readers are more effective than paper for some with dyslexia. *PLoS One*, 8:e75634.
- Schulz, T. (2016). Internal validity in experiments for typefaces for people with dyslexia in *Computers Helping People with Special Needs*. Miesenberger, K, Bühler, C, Penaz, P (Eds.).

- Serre, T., Oliva, A., & Poggio, T. (2007). A feedforward architecture accounts for rapid categorization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *104*, 6424–6429.
- Shaywitz, S. E., Escobar, M. D., Shaywitz, B. A., Fletcher, J. M., Makuch R. (1992). Evidence that dyslexia may represent the lower tail of a normal distribution of reading ability. *The New England Journal of Medicine*, *16*, 145-50.
- Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Fletcher, J. M., Escobar, M. D. (1990). Prevalence of reading disability in boys and girls: Results of the Connecticut Longitudinal Study, *Jama*, *264*, 998-1002
- Sjoblom, A. M., Eaton, E., Stagg, S. D. (2016). The effects of letter spacing and coloured overlays on reading speed and accuracy in adult dyslexia. *British journal of educational psychology*, *86*, 630-639.
- Slattery, T.J. & Rayner, K. (2013). Effects of intraword and interword spacing on eye movements during reading: Exploring the optimal use of space in a line of text. *Attention, Perception & Psychophysics*, *75*, 1275–1292
- Spinelli, D., de Luca, M., Judica, A., & Zoccolotti, P. (2002). Crowding effects on word identification in developmental dyslexia. *Cortex*, *38*, 179–200.
- Stein, J. (2018). The current status of the magnocellular theory of developmental dyslexia. *Neuropsychologia*. In stampa.
- Strong, G. K., Torgerson, C. J., Torgerson, D., & Hulme, C. (2011). A systematic metaanalytic review of evidence for the effectiveness of the ‘Fast ForWord’ language intervention program. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *52*, 224–235.
- Tai, Y.Ch., Sheedy, J., & Hayes, J. (2009). Forest Grove, OR: The effect of interletter spacing on reading. Paper presented at the Computer Displays & Vision conference.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, *9*, 182–198.
- Tallal, P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. *Nature Reviews Neuroscience*, *5*, 721–728.

- Tallal, P. & Percy, M. (1973). Developmental aphasia: Impaired rate of nonverbal processing as a function of sensory modality. *Neuropsychologia*, *11*, 389-398.
- Tallal, P. & Percy, M. (1975). Developmental aphasia: The perception of brief vowels and extended stop consonants. *Neuropsychologia*, *13*, 69-74.
- Tallal, P. (2000). The science of literacy: From the laboratory to the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, *97*, 2402–2404.
- Tarasov, D. A., Sergeev, A. P., Filimonov V. V. (2015). Legibility of Textbooks: A Literature Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *174*, 1300-1308.
- Thurstone, L. L. (1931). Rank order as a psycho-physical method. *Journal of Experimental Psychology*, *14*, 187-201.
- Tinker, M. A. (1963). *Legibility of print*. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1963. P.329.
- Tinker M. A. & Paterson D. G. (1946). Readability of mixed type forms. *The Journal of applied psychology*, *30*, 631-637.
- Townsend, J. T., Taylor, S. G., & Brown, D. R. (1971). Lateral masking for letters with unlimited viewing time. *Perception and Psychophysics*, *10*, 375–378.
- Tressoldi, P. E., Stella, G., Faggella, M. (2001). The development of reading speed in Italians with dyslexia: A longitudinal study. *Journal of Learning Disabilities*, *34*, 414–417.
- Tydgat, I. & Grainger, J. (2009). Serial position effects in the identification of letters, digits, and symbols. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *35*, 480–498.
- Unger, G. (2006). *Terwijl je leest [While Reading]*. Amsterdam: De Buitenkant.
- van den Boer M. & Hakvoort B. E. (2015). Default spacing is the optimal spacing for word reading. *The quarterly journal of experimental psychology*, *68*, 697–709.
- van der Helm, P. A. (2015). Symmetry perception. In J. Wageman (Ed.), *The Oxford handbook of perceptual organisation* (pp. 108–128). New York: Oxford University Press.

- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 2–40.
- Vidyasagar, T.R., Pammer, K. (2010). Dyslexia: A deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 57–63.
- Vinckier, F., Qiao, E., Pallier, C., Dehaene, S., Cohen, L. (2011). The impact of letter spacing on reading: a test of the bigram coding hypothesis. *Journal of Vision*, 11, 1-21.
- Vlaskamp, B. N., Over, E. A., & Hooge, I. T. (2005). Saccadic search performance: the effect of element spacing. *Experimental Brain Research*, 167, 246–259.
- Warrington, E. K., Shallice, T., 1980. Word-form dyslexia. *Brain*, 103, 99–112.
- Wenderoth, P. (1994). The salience of vertical symmetry. *Perception*, 23, 231–236.
- Wery, J. J. & Diliberto, J. A. (2017). The effect of a specialized dyslexia font, OpenDyslexic, on reading rate and accuracy. *Annals of Dyslexia*, 67, 114-127.
- Whitney, D. & Levi, D.M. (2011). Visual crowding: a fundamental limit on conscious perception and object recognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 15,160-8.
- Wilkins, A. (2002). Coloured overlays and their effects on reading speed: A review. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22, 448–454.
- Wilkins, A., Cleave, R., Grayson, N., Wilson, L. Typography for children may be inappropriately designed. *Journal of research in reading*, 32, 402-412.
- Willcutt, E. G., Pennington, B. F. (2000). Psychiatric comorbidity in children and adolescents with reading disability. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41, 1039-48.
- Woods, R. J., Davis, K., Scharff, L. F. V. (2005). Effects of typeface and font size on legibility for children. *American Journal of Psychological Research*, 1, 86-102.
- Woodworth, R. S. (1938). *Experimental psychology*. New York: Holt.

- Yap, M. J., & Balota, D. A. (2015). Visual word recognition. In A. Pollatsek & R. Treiman (Eds.), *The Oxford handbook of reading* (pp. 26–43). New York: Oxford University Press.
- Yeshurun, Y., Rashal, E. (2010). Precueing attention to the target location diminishes crowding and reduces the critical distance. *Journal of Vision, 10*,16.
- Yu, D., Akau, M. M. U., Chung, S. T. L. (2012). The mechanism of word crowding. *Vision Research, 52*, 61-69.
- Ziegler, J. C., Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin, 131*, 3-29.
- Ziegler, J. C, Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Faisca, L., Saine, N., Lyytinen, H., Vaessen, A., Blomert, L. (2010). Orthographic depth and its impact on universal predictors of reading: A cross-language investigation. *Psychological Science, 21*, 1117–1122.
- Zoccolotti, P., De Luca, M., Di Filippo, G., Marinelli, C. V., Spinelli D. (2018). Reading and lexical-decision tasks generate different patterns of individual variability as a function of condition difficulty. *Psychonomic Bulletin & Review, 25*, 1161–1169.
- Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, I., Carrozzi, M., Montico, M., Bravar, L., George, F., Pech-Georgel, C., Ziegler, J. C., (2012). Extra large letter spacing improves reading in dyslexia. *Proceeding of the National Academy of Science, USA, 109*, 11455-11459.

RINGRAZIAMENTI

Questa ricerca è stata realizzata in collaborazione con: Chialab, studio di design grafico e visivo, Bologna; ISIA, Istituto Superiore per le Industrie Artistiche, Urbino; Casa editrice Zanichelli, Bologna; IRCCS Burlo Garofolo, Trieste.

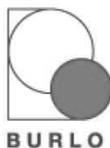
È stata finanziata dai contributi di: Chialab, IRCCS Burlo Garofolo, e Università degli Studi di Trieste.

Ringrazio il prof. Walter Gerbino, il dott. Luca Ronfani e il dott. Lorenzo Monasta per il percorso formativo di questi anni.

APPENDICI

Appendice 1

Consenso informato per i giovani adulti e per i ragazzi



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Dipartimento di Scienze della Vita
Unità di Psicologia *Gaetano Kanizsa*

DICHIARAZIONE DI CONSENSO INFORMATO

Denominazione della ricerca: *Variabili tipografiche e lettura*

La ricerca ha l'obiettivo di valutare la facilità di lettura di testi di senso compiuto e di liste di non parole, al variare del carattere tipografico. Comprende la raccolta di valutazioni soggettive di difficoltà, gradevolezza, attrattività di testi stampati utilizzando caratteri tipografici classici e di nuova progettazione; comprende inoltre alcune misure di accuratezza e velocità di lettura con tali materiali.

Responsabile della ricerca: Prof. Walter Gerbino, Università di Trieste
Incaricata della raccolta dati: dott.ssa Chiara Barbiero, Università di Trieste

Il/la sottoscritto/a _____
nato/a a _____ il _____
residente a _____ in via _____ n. _____
email _____ cell _____

dichiara di essere a conoscenza che:

- la ricerca include la raccolta di risposte comportamentali (stime soggettive, misure di accuratezza e velocità di lettura);
- la ricerca include la registrazione audio della sessione (finalizzata al successivo esame, in forma anonima, da parte di giudici esperti);
- che i giudici che dovranno codificare le audioregistrazioni saranno vincolati alla segretezza in merito all'identità del/la partecipante, qualora questa risulti riconoscibile;
- ogni partecipante è libero/a di chiedere chiarimenti sulla procedura di raccolta dati e su qualsiasi aspetto dell'esperimento;
- ogni partecipante è libero/a di abbandonare l'esperimento in qualsiasi momento;
- i dati personali raccolti non verranno trasmessi a persone non direttamente coinvolte nella ricerca;
- i dati personali raccolti verranno elaborati in forma anonima;
- i risultati verranno presentati in forma aggregata e con ogni cautela necessaria a evitare la identificabilità dei partecipanti;
- la ricerca non ha valenza clinica, essendo diretta non alla valutazione del singolo partecipante ma alla stima dell'usabilità di varie soluzioni tipografiche;
- in ogni caso, le misure della propria prestazione personale potranno essere acquisite dal/la singolo/a partecipante, previa richiesta al responsabile della ricerca che provvederà a certificare l'esito della prova;

che la ricerca è condotta nel rispetto del Codice Etico dell'Associazione Italiana di Psicologia e ha ottenuto il parere favorevole del Comitato Etico dell'Università di Trieste e del Comitato Comitato Indipendente per la Bioetica dell'IRCCS Burlo Garofolo.

Dichiara inoltre:

- di essere maggiorenne;
- di aver letto con attenzione tutti i punti della dichiarazione;
- di dare il proprio consenso a partecipare alla ricerca.

Data _____ FIRMA _____

CONSENSO AL TRATTAMENTO DEI DATI SENSIBILI

Il/la sottoscritto/a _____

acconsente non acconsente

al trattamento dei propri dati personali e sensibili raccolti nell'ambito della presente ricerca nei termini e modi indicati nei precedenti punti;

acconsente non acconsente

all'utilizzo dei dati, in forma anonima e aggregata, per comunicazioni a soggetti terzi e/o pubblicazione per scopi scientifici, a cura e sotto la responsabilità diretta del responsabile della ricerca.

Tutti i ricercatori coinvolti nella raccolta dati sono vincolati alla segretezza sull'identità dei partecipanti.

Data _____ FIRMA _____

DICHIARAZIONE DELL'INCARICATA ALLO SVOLGIMENTO DELLA RICERCA

La sottoscritta dott.ssa Chiara Barbiero conferma di aver debitamente informato, offrendo l'opportunità di porre domande di chiarimento, il/la/i Signor/a/i

.....
riguardo la natura, le finalità, i benefici attesi, i rischi e inconvenienti possibili della ricerca in oggetto, nonché riguardo ai diritti del/della minore che rappresenta e ai suoi impegni.

Trieste/...../.....firma



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Dipartimento di Scienze della Vita
Unità di Psicologia *Gaetano Kanizsa*

DICHIARAZIONE DI CONSENSO INFORMATO

Denominazione della ricerca: *Variabili tipografiche e lettura*

La ricerca ha l'obiettivo di valutare la facilità di lettura di testi di senso compiuto e di liste di non parole, al variare del carattere tipografico. Comprende la raccolta di valutazioni soggettive di difficoltà, gradevolezza, attrattività di testi stampati utilizzando caratteri tipografici classici e di nuova progettazione; comprende inoltre alcune misure di accuratezza e velocità di lettura con tali materiali.

Responsabile della ricerca: Prof. Walter Gerbino, Università di Trieste
Incaricata della raccolta dati: dott.ssa Chiara Barbiero, Università di Trieste

NOI/IO SOTTOSCRITTI/A/O

(madre)..... nata il/...../.....residente a:

indirizzo tel.:/.....

(padre)..... nata il/...../.....residente a:

indirizzo tel.:/.....

in qualità di rappresentanti/e legali/e del/la minore nato/a il/...../.....

residente a:indirizzo

DICHIARIAMO/O quanto segue

1. La natura, le finalità, i benefici attesi, i rischi e gli inconvenienti possibili della ricerca sono stati chiaramente spiegati a noi/me e, compatibilmente con l'età, al/la minore che rappresentiamo/to, dalla dott.ssa Chiara Barbiero, cui sarà possibile rivolgersi presso la S.C. Neuropsichiatria Infantile, per ogni problema o per ulteriori domande;
2. Ci/mi è stato chiaramente spiegato che possiamo/o decidere che il/la minore non prenda parte alla ricerca, o ne esca in qualsiasi momento, senza che questo alteri i rapporti con il medico e con la struttura presso la quale è in cura;
3. Siamo/sono consapevoli/e che la ricerca potrà essere interrotta in qualsiasi momento, senza pregiudizio per la salute del/della minore;
4. Siamo/sono stati/to informati/o che i dati raccolti saranno oggetto di un rapporto finale e che la nostra/mia identità e quella del/della minore non saranno menzionate in nessun resoconto della ricerca;
5. Siamo/sono a conoscenza che:
 - la ricerca include la raccolta di risposte comportamentali (stime soggettive, misure di accuratezza e velocità di lettura);
 - la ricerca include la registrazione audio della sessione (finalizzata al successivo esame, in forma anonima, da parte di giudici esperti);
 - che i giudici che dovranno codificare le audioregistrazioni saranno vincolati alla segretezza in merito all'identità del/la partecipante, qualora questa risulti riconoscibile;
 - i risultati verranno presentati in forma anonima, aggregata e con ogni cautela necessaria a evitare la identificabilità dei partecipanti;
 - la ricerca non ha valenza clinica, essendo diretta non alla valutazione del singolo partecipante ma alla stima dell'usabilità di varie soluzioni tipografiche;
 - le misure della prestazione individuale potranno essere acquisite, previa richiesta al responsabile della ricerca che provvederà a certificare l'esito della prova;
6. di essere a conoscenza che la ricerca è condotta nel rispetto del Codice Etico dell'Associazione Italiana di Psicologia e ha ottenuto il parere favorevole del Comitato Etico dell'Università di Trieste e del Comitato Indipendente per la Bioetica dell'IRCCS Burlo Garofolo.

Preso atto di quanto sopra specificato CONSENTIAMO/O liberamente a che il/la minore partecipi alla ricerca.

Data _____ FIRMA _____

CONSENSO AL TRATTAMENTO DEI DATI SENSIBILI

NOI/IO SOTTOSCRITTI/O/A

(madre).....

(padre).....

acconsentiamo/o

non acconsentiamo/o

al trattamento dei dati personali e sensibili relativi al partecipante, raccolti nell'ambito della presente ricerca nei termini e modi indicati nei precedenti punti;

acconsentiamo/o

non acconsentiamo/o

all'utilizzo dei dati, in forma anonima e aggregata, per comunicazioni a soggetti terzi e/o pubblicazione per scopi scientifici, a cura e sotto la responsabilità diretta del responsabile della ricerca.

Tutti i ricercatori coinvolti nella raccolta dati sono vincolati alla segretezza sull'identità dei partecipanti.

Data _____ FIRMA _____

DICHIARAZIONE DELL'INCARICATA ALLO SVOLGIMENTO DELLA RICERCA

La sottoscritta dott.ssa Chiara Barbiero conferma di aver debitamente informato, offrendo l'opportunità di porre domande di chiarimento, il/la/i Signor/a/i

.....
riguardo la natura, le finalità, i benefici attesi, i rischi e inconvenienti possibili della ricerca in oggetto, nonché riguardo ai diritti del/della minore che rappresenta e ai suoi impegni.

Trieste/...../.....firma

Appendice 2

Testi scritti con i 7 diversi font utilizzati per la prova 1

Font F1

La fisica aristotelica ingenua

La nostra vita è piena di fraintendimenti e concetti sbagliati. La cosa non ci deve sorprendere: ci troviamo spesso di fronte a situazioni nuove e insolite. Molte concezioni errate della vita quotidiana sono classificate come concezioni “ingenua” o “popolari”. E non è solo la gente qualunque che nutre queste concezioni. Aristotele aveva elaborato un’intera teoria della fisica che i fisici moderni trovano bizzarra e divertente. Eppure le teorie di Aristotele corrispondono al senso comune e alle osservazioni della vita di ogni giorno, molto meglio delle teorie astratte e sofisticate che ci insegnano a scuola. Quella di Aristotele è una fisica che possiamo definire “ingenua”.

Aristotele pensava che gli oggetti in movimento continuino a muoversi solo se una forza continua a spingerli. La fisica moderna dice: assurdo! Un oggetto in movimento continua a muoversi a meno che non si eserciti una forza per fermarlo. Questa è la prima legge del moto di Newton, che ha contribuito allo sviluppo della fisica moderna. Eppure chiunque abbia trascinato per strada una scatola pesante sa che Aristotele aveva ragione: se si smette di spingere il movimento si ferma.

Font F2

La fisica aristotelica ingenua

La nostra vita è piena di fraintendimenti e concetti sbagliati. La cosa non ci deve sorprendere: ci troviamo spesso di fronte a situazioni nuove e insolite. Molte concezioni errate della vita quotidiana sono classificate come concezioni “ingenua” o “popolari”. E non è solo la gente qualunque che nutre queste concezioni. Aristotele aveva elaborato un’intera teoria della fisica che i fisici moderni trovano bizzarra e divertente. Eppure le teorie di Aristotele corrispondono al senso comune e alle osservazioni della vita di ogni giorno, molto meglio delle teorie astratte e sofisticate che ci insegnano a scuola. Quella di Aristotele è una fisica che possiamo definire “ingenua”.

Aristotele pensava che gli oggetti in movimento continuino a muoversi solo se una forza continua a spingerli. La fisica moderna dice: assurdo! Un oggetto in movimento continua a muoversi a meno che non si eserciti una forza per fermarlo. Questa è la prima legge del moto di Newton, che ha contribuito allo sviluppo della fisica moderna. Eppure chiunque abbia trascinato per strada una scatola pesante sa che Aristotele aveva ragione: se si smette di spingere il movimento si ferma.

Font F3

La fisica aristotelica ingenua

La nostra vita è piena di fraintendimenti e concetti sbagliati. La cosa non ci deve sorprendere: ci troviamo spesso di fronte a situazioni nuove e insolite. Molte concezioni errate della vita quotidiana sono classificate come concezioni “ingenua” o “popolari”. E non è solo la gente qualunque che nutre queste concezioni. Aristotele aveva elaborato un’intera teoria della fisica che i fisici moderni trovano bizzarra e divertente. Eppure le teorie di Aristotele corrispondono al senso comune e alle osservazioni della vita di ogni giorno, molto meglio delle teorie astratte e sofisticate che ci insegnano a scuola. Quella di Aristotele è una fisica che possiamo definire “ingenua”.

Aristotele pensava che gli oggetti in movimento continuino a muoversi solo se una forza continua a spingerli. La fisica moderna dice: assurdo! Un oggetto in movimento continua a muoversi a meno che non si eserciti una forza per fermarlo. Questa è la prima legge del moto di Newton, che ha contribuito allo sviluppo della fisica moderna. Eppure chiunque abbia trascinato per strada una scatola pesante sa che Aristotele aveva ragione: se si smette di spingere il movimento si ferma.

Font F4

La fisica aristotelica ingenua

La nostra vita è piena di fraintendimenti e concetti sbagliati. La cosa non ci deve sorprendere: ci troviamo spesso di fronte a situazioni nuove e insolite. Molte concezioni errate della vita quotidiana sono classificate come concezioni “ingenua” o “popolari”. E non è solo la gente qualunque che nutre queste concezioni. Aristotele aveva elaborato un’intera teoria della fisica che i fisici moderni trovano bizzarra e divertente. Eppure le teorie di Aristotele corrispondono al senso comune e alle osservazioni della vita di ogni giorno, molto meglio delle teorie astratte e sofisticate che ci insegnano a scuola. Quella di Aristotele è una fisica che possiamo definire “ingenua”.

Aristotele pensava che gli oggetti in movimento continuo a muoversi solo se una forza continua a spingerli. La fisica moderna dice: assurdo! Un oggetto in movimento continua a muoversi a meno che non si eserciti una forza per fermarlo. Questa è la prima legge del moto di Newton, che ha contribuito allo sviluppo della fisica moderna. Eppure chiunque abbia trascinato per strada una scatola pesante sa che Aristotele aveva ragione: se si smette di spingere il movimento si ferma.

Font F5

La fisica aristotelica ingenua

La nostra vita è piena di fraintendimenti e concetti sbagliati. La cosa non ci deve sorprendere: ci troviamo spesso di fronte a situazioni nuove e insolite. Molte concezioni errate della vita quotidiana sono classificate come concezioni “ingenua” o “popolari”. E non è solo la gente qualunque che nutre queste concezioni. Aristotele aveva elaborato un’intera teoria della fisica che i fisici moderni trovano bizzarra e divertente. Eppure le teorie di Aristotele corrispondono al senso comune e alle osservazioni della vita di ogni giorno, molto meglio delle teorie astratte e sofisticate che ci insegnano a scuola. Quella di Aristotele è una fisica che possiamo definire “ingenua”.

Aristotele pensava che gli oggetti in movimento continuino a muoversi solo se una forza continua a spingerli. La fisica moderna dice: assurdo! Un oggetto in movimento continua a muoversi a meno che non si eserciti una forza per fermarlo. Questa è la prima legge del moto di Newton, che ha contribuito allo sviluppo della fisica moderna. Eppure chiunque abbia trascinato per strada una scatola pesante sa che Aristotele aveva ragione: se si smette di spingere il movimento si ferma.

Font F6

La fisica aristotelica ingenua

La nostra vita è piena di fraintendimenti e concetti sbagliati. La cosa non ci deve sorprendere; ci troviamo spesso di fronte a situazioni nuove e insolite. Molte concezioni errate della vita quotidiana sono classificate come concezioni “ingenua” o “popolari”. E non è solo la gente qualunque che nutre queste concezioni. Aristotele aveva elaborato un’intera teoria della fisica che i fisici moderni trovano bizzarra e divertente. Eppure le teorie di Aristotele corrispondono al senso comune e alle osservazioni della vita di ogni giorno, molto meglio delle teorie astratte e sofisticate che ci insegnano a scuola. Quella di Aristotele è una fisica che possiamo definire “ingenua”.

Aristotele pensava che gli oggetti in movimento continuino a muoversi solo se una forza continua a spingerli. La fisica moderna dice: assurdo! Un oggetto in movimento continua a muoversi a meno che non si eserciti una forza per fermarlo. Questa è la prima legge del moto di Newton, che ha contribuito allo sviluppo della fisica moderna. Eppure chiunque abbia trascinato per strada una scatola pesante sa che Aristotele aveva ragione: se si smette di spingere il movimento si ferma.

Font F7

La fisica aristotelica ingenua

La nostra vita è piena di fraintendimenti e concetti sbagliati. La cosa non ci deve sorprendere: ci troviamo spesso di fronte a situazioni nuove e insolite. Molte concezioni errate della vita quotidiana sono classificate come concezioni “ingenua” o “popolari”. E non è solo la gente qualunque che nutre queste concezioni. Aristotele aveva elaborato un’intera teoria della fisica che i fisici moderni trovano bizzarra e divertente. Eppure le teorie di Aristotele corrispondono al senso comune e alle osservazioni della vita di ogni giorno, molto meglio delle teorie astratte e sofisticate che ci insegnano a scuola. Quella di Aristotele è una fisica che possiamo definire “ingenua”.

Aristotele pensava che gli oggetti in movimento continuino a muoversi solo se una forza continua a spingerli. La fisica moderna dice: assurdo! Un oggetto in movimento continua a muoversi a meno che non si eserciti una forza per fermarlo. Questa è la prima legge del moto di Newton, che ha contribuito allo sviluppo della fisica moderna. Eppure chiunque abbia trascinato per strada una scatola pesante sa che Aristotele aveva ragione: se si smette di spingere il movimento si ferma.

Appendice 3

Elenco delle 48 frasi utilizzate per la prova 2 suddivise nei 4 gruppi

Gruppo 1

Frase 1	“L’oca sta guardando la casa”
Frase 2	“La bambina asciuga il bicchiere”
Frase 3	“Il ragazzo che sta inseguendo il cavallo è magro”
Frase 4	“La quercia si trova nel mezzo della città”
Frase 5	“Non solo il cane ma anche il fiore è rosso”
Frase 6	“Lo scolaro aveva lo zaino verde”
Frase 7	“Lo gnomo è seduto sul ramo dell’albero”
Frase 8	“Il pilota non ha né medaglia né bastone”
Frase 9	“La stella è sopra il cerchio”
Frase 10	“Le sorelle stanno saltando dentro la pozzanghera”
Frase 11	“La mucca che sta mangiando è marrone”
Frase 12	“I gatti sono seduti e guardano verso la bambina”

Gruppo 2

Frase 1	“La stella che è dentro la scatola è nera”
Frase 2	“Il nonno e il bidello salgono sulla terrazza”
Frase 3	“La donna sta portando il cane nel bosco”
Frase 4	“Il tetto della casa si vede anche se è molto lontano”
Frase 5	“Il cinese ha fatto cadere il piatto, ma non il bicchiere”
Frase 6	“L’elefante ha messo le zampe nell’acqua”
Frase 7	“La bambola è più grande della tazzina”
Frase 8	“La matita sulla scarpa è verde”
Frase 9	“I fratelli raccolgono la legna”
Frase 10	“La bottiglia è più grande della forchetta”
Frase 11	“L’asino vedeva il ghio”
Frase 12	“Lascia la farfalla sull’erba”

Gruppo 3

Frase 1	“La scarpa che è dietro la lavagna è bianca.”
Frase 2	“Le mamme sono venute indicando verso il portiere”
Frase 3	“Lo squalo poteva morire.”
Frase 4	“La gente sta seguendo la gara di slitta”
Frase 5	“Il chiodo nella parete è rosso”
Frase 6	“Non solo il pane ma anche la carne è buona”
Frase 7	“Il viso della donna è bello anche se troppo semplice”
Frase 8	“Il poeta non ha né berretto né sciarpa”
Frase 9	“Chiedi il righello al nipote”
Frase 10	“Il cappello è dentro il mobile.”
Frase 11	“La figlia si vede nel folto della nebbia”
Frase 12	“I ragazzi stanno guidando sopra la linea”

Gruppo 4

Frase 1	“L’uomo sta mangiando la pera.”
Frase 2	“Il cinghiale è più grande della gallina”
Frase 3	“I bambini apprezzano le pesche.”
Frase 4	“Il postino e il prete vengono in quella bottega”
Frase 5	“La donna che sta vincendo è robusta”
Frase 6	“I formaggi hanno più gusto delle pere”
Frase 7	Il ragazzo acquista lo zucchero
Frase 8	“Il giovane ha fatto ridere la fanciulla non il giocatore”
Frase 9	“Il ragno è venuto nel buco del muro”
Frase 10	“L’uccello ha visto la moneta nel centro.”
Frase 11	“Il sindaco aveva il frigo vuoto”
Frase 12	“L’autista che sta scegliendo il vestito è bruno”

Appendice 4

Esempio di materiale utilizzato alle Prova 3A e 3B

A1. Barra le parole della lingua italiana, nel minor tempo possibile.

mole	nuoso	lunta
vebbo	rata	sonno
soppo	pavo	peba
naso	perla	munca
mondo	nuora	femo
fiemi	barba	libro
fieno	fune	futa
donna	namo	pono
ranno	ernia	dome
lutto	trave	erse
pane	mopra	muffa
festa	pietra	trefo
vino	vento	fame
verto	mopo	verme
piura	barta	farto
piuma	lafo	vima

B2. Barra le parole della lingua italiana, nel minor tempo possibile.

lipe	lite	vesso
frate	sorso	riva
lura	sorra	treno
zude	testa	nome
belva	vetta	dose
tordo	frala	nossa
zuppa	mavi	piese
fiuro	luna	padda
lista	mare	rimi
trello	norma	torla
erba	friste	nosto
fiume	fapra	litta
ponte	fretta	zotta
beso	latte	doca
fama	tepo	liere
erna	panno	zona

Appendice 4

Esempio di materiale utilizzato alle Prova 3A e 3B

A1. Barra le parole della lingua italiana, nel minor tempo possibile.

mole	nuoso	lunta
vebbo	rata	sonno
soppo	pavo	peba
naso	perla	munca
mondo	nuora	femo
fiemi	barba	libro
fieno	fune	futa
donna	namo	pono
ranno	ernia	dome
lutto	trave	erse
pane	mopra	muffa
festa	pietra	trefo
vino	vento	fame
verto	mopo	verme
piura	barta	farto
piuma	lafo	vima

B2. Barra le parole della lingua italiana, nel minor tempo possibile.

lipe	lite	vesso
frate	sorso	riva
lura	sorra	treno
zude	testa	nome
belva	vetta	dose
tordo	frala	nossa
zuppa	mavi	piese
fiuro	luna	padda
lista	mare	rimi
trello	norma	torla
erba	friste	nosto
fiume	fapra	litta
ponte	fretta	zotta
beso	latte	doca
fama	tepo	liere
erna	panno	zona

Appendice 6

Sequenza delle quattro condizioni presentate ai primi 10
partecipanti di ogni gruppo (prova 2)

soggetto	condizioni	S(N,I)×F(M,P)	gruppi di frasi	ordini di frasi
1	1	FP_NS	O4	6
	2	FP_IS	O1	4
	3	FM_NS	O2	1
	4	FM_IS	O3	7
2	1	FM_IS	O1	1
	2	FP_NS	O3	4
	3	FP_IS	O4	6
	4	FM_NS	O2	1
3	1	FM_IS	O3	3
	2	FP_NS	O2	3
	3	FM_NS	O4	4
	4	FP_IS	O1	7
4	1	FM_NS	O2	6
	2	FP_NS	O1	3
	3	FM_IS	O4	4
	4	FP_IS	O3	1
5	1	FM_IS	O2	4
	2	FP_IS	O3	6
	3	FP_NS	O1	4
	4	FM_NS	O4	1
6	1	FP_IS	O3	5
	2	FM_IS	O4	3
	3	FM_NS	O2	4
	4	FP_NS	O1	3
7	1	FP_NS	O3	3
	2	FP_IS	O1	7
	3	FM_IS	O2	6
	4	FM_NS	O4	7
8	1	FP_NS	O2	7
	2	FM_NS	O3	5
	3	FP_IS	O4	5
	4	FM_IS	O1	5
9	1	FM_IS	O3	4
	2	FM_NS	O1	7
	3	FP_NS	O4	5
	4	FP_IS	O2	5
10	1	FM_IS	O2	5
	2	FP_IS	O1	3

Appendice 7

Database prova 1

Ordinamento in base alla facilità di lettura percepita a prima
vista (stesso testo, in 7 font diversi)

Giovani adulti normolettori

n	età (anni)	genere	sequenza data	sequenza prodotta	
				M.....P	font M font P
1	33	M	1653274	1263457	1 7
2	22	M	1762453	1623547	1 7
3	30	F	1765432	3621457	3 7
4	30	F	1674253	5421637	5 7
5	20	M	1523674	1264537	1 7
6	21	F	1452367	5471623	5 3
7	24	F	1346725	4352167	4 7
8	21	F	1237546	6345127	6 7
9	21	F	1234567	7326145	7 5
10	24	F	1325746	2154637	2 7
11	21	F	1476325	3546127	3 7
12	26	F	1476325	1234576	1 6
13	21	M	1547632	3156427	3 7
14	24	F	1762453	1263547	1 7
15	22	M	1523674	3461257	3 7
16	22	M	1674253	5436127	5 7
17	23	M	1523674	5423167	5 7
18	23	M	1452367	4652137	4 7
19	23	F	1346725	3261547	3 7
20	21	M	1237546	6215437	6 7
21	25	M	1234567	1263457	1 7
22	19	F	1325746	4356127	4 7
23	26	F	1476325	2175463	2 3
24	26	F	1547632	3541627	3 7
25	20	F	1653274	5346172	5 2
26	21	M	1523674	4351627	4 7
27	27	F	1452367	3547621	3 1
28	22	F	1346725	5734261	5 1
29	22	M	1237546	3654217	3 7
30	23	F	1234567	2164537	2 7
31	27	M	1325746	7261345	7 5

Giovani adulti con dislessia

n	età (anni)	genere	sequenza data	Sequenza prodotta M.....P	font M	font P
1	24	F	1234567	2163745	2	5
2	20	F	1325746	3426157	3	7
3	19	M	1476325	4531267	4	7
4	21	F	1547632	4351276	4	6
5	21	F	1762453	6427531	6	1
6	18	M	1765432	4562137	4	7
7	18	F	1674253	4261537	4	7
8	21	F	1237546	3124657	3	7
9	19	M	1547632	7231654	7	4
10	19	M	1653274	3142657	3	7
11	25	M	1765432	5743612	5	2
12	17	F	1762453	7261453	7	3
13	19	F	1674253	4163527	4	7
14	19	M	1452367	3164752	3	2

Ragazzi normolettori

n	età (anni)	sequenza data	Sequenza prodotta M.....P	font M	font P
1	11	1234567	3521674	3	4
2	12	1325746	4567231	4	1
3	11	1476325	3564217	3	7
4	11	1547632	3425671	3	1
5	13	1653274	4371256	4	6
6	13	1762453	6743152	6	2
7	13	1765432	4526371	4	1
8	12	1674253	5364721	5	1
9	12	1523674	5436271	5	1
10	12	1452367	3451627	3	7
11	12	1346725	4356172	4	2
12	13	1237546	6172345	6	5
13	13	1234567	5364271	5	1
14	11	1325746	2647153	2	3
15	11	1476325	2456317	2	7
16	11	1547632	5324716	5	6
17	13	1234567	3154267	3	7
18	13	1325746	4263517	4	7
19	11	1476325	5321647	5	7
20	11	1547632	3542617	3	7
21	11	1653274	5317642	5	2
22	13	1762453	3627514	3	4
23	13	1765432	3462751	3	1
24	13	1674253	2163745	2	5
25	13	1523674	1623457	1	7
26	13	1452367	1263754	1	4
27	13	1346725	5413726	5	6
28	13	1234567	3426571	3	1
29	13	1325746	4357162	4	2
30	13	1476325	3425761	3	1
31	12	1547632	1724635	1	5
32	13	1237546	2145673	2	3

Ragazzi con dislessia

età		sequenza			
n	(anni)	sequenza data	prodotta M.....P	font M	font P
1	13	1234567	7512346	7	6
2	14	1325746	5436127	5	7
3	12	1476325	4635172	4	2
4	14	1547632	4536127	4	7
5	11	1653274	4537126	4	6
6	12	1762453	7324561	7	1
7	12	1765432	7354612	7	2
8	11	1674253	3574261	3	1
9	11	1523674	5462731	5	1
10	13	1452367	4726135	4	5
11	13	1346725	1672345	1	5
12	12	1237546	7234156	7	6
13	13	1234567	2465137	2	7
14	13	1325746	6147253	6	3
15	14	1476325	4735162	4	2
16	13	1547632	3126547	3	7

Appendice 8

Database prova 2

Lettura a voce alta di quattro gruppi di frasi:
due gruppi con spaziatura I e due gruppi con spaziatura N.
Per entrambe le spaziature, un gruppo era stampato con il font
M e uno con il font P (derivanti dalla prova 1).

Giovani adulti normolettori

		font M						font P					
		spaziatura normale (N)			spaziatura incrementata (I)			spaziatura normale (N)			spaziatura incrementata (I)		
n	ordine	p(correct)	sill/s	E	p(correct)	sill/s	E	p(correct)	sill/s	E	p(correct)	sill/s	E
1	MI-PI-PN-MN	1,00	4,71	4,71	1,00	5,16	5,16	1,00	5,00	5,00	0,99	4,85	4,79
2	PI-MI-MN-PN	1,00	5,71	5,71	1,00	5,71	5,71	1,00	5,71	5,71	1,00	5,52	5,52
3	PN-PI-MI-MN	1,00	6,96	6,96	1,00	6,96	6,96	1,00	5,71	5,71	1,00	6,67	6,67
4	PN-MN-PI-MI	1,00	5,52	5,52	1,00	5,52	5,52	1,00	5,33	5,33	1,00	5,52	5,52
5	MI-MN-PN-PI	1,00	7,27	7,27	1,00	7,27	7,27	1,00	6,96	6,96	1,00	7,27	7,27
6	MI-PI-MN-PN	1,00	5,52	5,52	1,00	6,15	6,15	1,00	5,52	5,52	1,00	5,52	5,52
7	PN-MI-MN-PI	1,00	5,71	5,71	0,99	5,71	5,65	1,00	5,71	5,71	1,00	6,15	6,15
8	MN-PN-PI-MI	1,00	5,71	5,71	1,00	6,15	6,15	1,00	5,52	5,52	1,00	5,52	5,52
9	PI-PN-MI-MN	1,00	5,93	5,93	1,00	5,93	5,93	1,00	5,71	5,71	1,00	5,71	5,71
10	MN-PI-MI-PN	1,00	6,15	6,15	1,00	5,93	5,93	1,00	5,93	5,93	0,99	5,71	5,65
11	MN-PI-PN-MI	1,00	6,15	6,15	1,00	6,40	6,40	1,00	6,15	6,15	1,00	6,15	6,15
12	MN-MI-PN-PI	1,00	5,71	5,71	1,00	6,15	6,15	1,00	6,40	6,40	1,00	5,71	5,71
13	MN-MI-PI-PN	1,00	5,33	5,33	1,00	5,71	5,71	1,00	5,71	5,71	1,00	5,52	5,52
14	PI-PN-MN-MI	1,00	5,16	5,16	1,00	5,00	5,00	1,00	4,71	4,71	1,00	5,00	5,00
15	PI-MI-PN-MN	1,00	5,93	5,93	1,00	5,52	5,52	1,00	6,15	6,15	1,00	6,15	6,15
16	PN-MN-MI-PI	1,00	5,93	5,93	1,00	5,71	5,71	1,00	5,71	5,71	1,00	5,52	5,52
17	PI-MN-PN-MI	1,00	4,21	4,21	1,00	4,44	4,44	1,00	4,57	4,57	1,00	4,44	4,44
18	MI-MN-PI-PN	1,00	4,32	4,32	1,00	4,85	4,85	1,00	4,21	4,21	1,00	4,44	4,44
19	PI-MN-MI-PN	1,00	4,85	4,85	1,00	5,16	5,16	1,00	5,16	5,16	1,00	4,85	4,85
20	PN-MI-PI-MN	1,00	5,71	5,71	1,00	5,33	5,33	1,00	5,71	5,71	1,00	6,15	6,15
21	PN-MI-PI-MN	1,00	4,85	4,85	1,00	5,33	5,33	1,00	5,16	5,16	0,99	4,71	4,65
22	PI-MN-MI-PN	1,00	5,52	5,52	0,99	4,57	4,52	1,00	5,16	5,16	1,00	4,57	4,57
23	MN-MI-PN-PI	1,00	5,52	5,52	1,00	5,93	5,93	0,99	5,16	5,10	0,99	5,93	5,86
24	PN-PI-MN-MI	1,00	5,52	5,52	1,00	6,15	6,15	1,00	5,71	5,71	1,00	5,71	5,71
25	PN-MN-MI-PI	1,00	5,93	5,93	1,00	5,33	5,33	1,00	6,15	6,15	1,00	5,71	5,71
26	PI-PN-MN-MI	1,00	6,67	6,67	1,00	6,67	6,67	1,00	6,40	6,40	1,00	6,96	6,96
27	PN-PI-MI-MN	1,00	7,62	7,62	1,00	5,93	5,93	1,00	5,52	5,52	1,00	6,40	6,40
28	MN-PI-MI-PN	1,00	4,85	4,85	1,00	5,16	5,16	1,00	5,33	5,33	1,00	4,85	4,85
29	PN-PI-MN-MI	1,00	5,16	5,16	1,00	5,00	5,00	1,00	5,00	5,00	1,00	5,00	5,00
30	MI-PN-PI-MN	1,00	5,93	5,93	1,00	5,33	5,33	1,00	5,71	5,71	1,00	6,40	6,40
31	MI-PN-MN-PI	1,00	5,93	5,93	1,00	5,71	5,71	1,00	5,93	5,93	1,00	5,93	5,93

Giovani adulti con dislessia

			font M						font P					
			spaziatura normale (N)			spaziatura incrementata (I)			spaziatura normale (N)			spaziatura incrementata (I)		
n	età (anni)	ordine	p(cor rect)	sill/s	E	p(cor rect)	sill/s	E	p(cor rect)	sill/s	E	p(cor rect)	sill/s	E
1	24	PN-PI-MN-MI	1,00	4,57	4,57	0,99	4,57	4,52	0,99	4,85	4,79	1,00	4,85	4,85
2	20	MI-PN-PI-MN	0,99	1,78	1,76	1,00	2,16	2,16	0,98	1,65	1,61	1,00	2,00	2,00
3	19	MI-PN-MN-PI	1,00	4,32	4,32	0,99	4,00	3,96	0,98	4,00	3,91	1,00	4,85	4,85
4	21	MN-PN-MI-PI	1,00	4,32	4,32	1,00	3,90	3,90	1,00	4,00	4,00	1,00	4,21	4,21
5	21	MI-PN-MN-PI	0,99	4,10	4,06	0,97	4,00	3,87	0,99	4,00	3,96	0,99	4,10	4,06
6	18	MI-PI-MN-PN	1,00	4,71	4,71	1,00	5,00	5,00	1,00	4,44	4,44	1,00	4,71	4,71
7	18	MN-PN-PI-MI	1,00	3,33	3,33	0,99	3,40	3,37	1,00	3,64	3,64	1,00	3,64	3,64
8	21	MN-PN-MI-PI	1,00	2,39	2,39	1,00	2,25	2,25	0,99	2,71	2,68	0,98	2,25	2,20
9	19	PI-MN-MI-PN	0,98	2,86	2,79	0,98	3,40	3,33	0,98	3,56	3,48	0,98	2,50	2,44
10	19	MN-MI-PI-PN	0,98	2,11	2,06	1,00	3,20	3,20	0,98	2,39	2,33	0,96	2,29	2,18
11	25	PI-MN-PN-MI	0,99	3,90	3,86	0,98	3,72	3,64	0,99	4,00	3,96	0,97	3,14	3,03
12	17	PI-MI-PN-MN	0,99	4,32	4,28	0,99	3,40	3,37	0,99	3,27	3,23	0,98	3,64	3,55
13	19	PN-MI-PI-MN	0,98	4,00	3,91	1,00	4,85	4,85	1,00	4,21	4,21	1,00	4,57	4,57
14	19	PN-PI-MI-MN	0,99	4,00	3,95	0,99	4,00	3,96	0,98	3,72	3,64	0,99	3,81	3,77

Ragazzi normolettori

n	ordine	font M						font P					
		spaziatura normale (N)			spaziatura incrementata (I)			spaziatura normale (N)			spaziatura incrementata (I)		
		p(cor rect)	sill/s	E	p(cor rect)	sill/s	E	p(cor rect)	sill/s	E	p(cor rect)	sill/s	E
1	PN-PI-MN-MI	0,98	4,57	4,47	0,98	4,85	4,74	1,00	4,71	4,71	1,00	5,16	5,16
2	MI-PN-PI-MN	0,99	4,85	4,79	1,00	4,44	4,44	1,00	4,32	4,32	1,00	4,57	4,57
3	MI-PN-MN-PI	0,99	4,57	4,52	1,00	4,00	4,00	0,97	4,32	4,18	1,00	4,57	4,57
4	MN-PN-MI-PI	1,00	3,48	3,48	1,00	3,72	3,72	0,99	4,00	3,96	1,00	3,27	3,27
5	MI-PI-PN-MN	1,00	5,33	5,33	1,00	4,21	4,21	1,00	5,00	5,00	1,00	3,90	3,90
6	PI-MI-MN-PN	1,00	5,93	5,93	1,00	5,93	5,93	1,00	6,15	6,15	1,00	5,33	5,33
7	PN-PI-MI-MN	1,00	5,71	5,71	1,00	5,33	5,33	0,98	4,44	4,34	1,00	5,16	5,16
8	PN-MN-PI-MI	1,00	5,16	5,16	1,00	5,52	5,52	0,99	4,21	4,16	1,00	5,52	5,52
9	MI-MN-PN-PI	1,00	5,16	5,16	1,00	4,57	4,57	1,00	4,57	4,57	1,00	4,44	4,44
10	PN-MI-MN-PI	1,00	5,93	5,93	1,00	5,93	5,93	0,99	5,33	5,27	1,00	5,52	5,52
11	MN-PN-PI-MI	1,00	4,57	4,57	1,00	4,71	4,71	0,99	4,57	4,52	1,00	4,71	4,71
12	MN-PI-MI-PN	1,00	4,10	4,10	1,00	4,44	4,44	1,00	4,44	4,44	1,00	3,72	3,72
13	MN-MI-PI-PN	1,00	5,52	5,52	1,00	5,00	5,00	1,00	4,85	4,85	1,00	5,00	5,00
14	PI-MI-PN-MN	1,00	4,44	4,44	1,00	4,44	4,44	1,00	4,00	4,00	1,00	3,90	3,90
15	PI-MN-PN-MI	1,00	4,10	4,10	1,00	4,32	4,32	0,98	3,56	3,48	1,00	3,20	3,20
16	PI-MN-MI-PN	1,00	3,48	3,48	1,00	3,48	3,48	1,00	3,72	3,72	1,00	3,20	3,20
17	PN-PI-MN-MI	1,00	4,32	4,32	1,00	3,90	3,90	1,00	4,57	4,57	1,00	3,72	3,72
18	MI-PN-PI-MN	1,00	4,57	4,57	1,00	4,57	4,57	1,00	4,57	4,57	1,00	4,71	4,71
19	MI-PN-MN-PI	0,98	4,00	3,91	1,00	4,57	4,57	0,99	4,85	4,79	1,00	4,71	4,71
20	MN-PN-MI-PI	1,00	5,00	5,00	1,00	4,85	4,85	1,00	4,44	4,44	1,00	4,71	4,71
21	MI-PI-PN-MN	0,99	3,14	3,10	1,00	3,08	3,08	1,00	3,48	3,48	0,99	3,20	3,16
22	PI-MI-MN-PN	1,00	4,57	4,57	1,00	4,57	4,57	1,00	4,32	4,32	1,00	4,32	4,32
23	PN-PI-MI-MN	1,00	5,16	5,16	1,00	5,71	5,71	1,00	4,44	4,44	1,00	5,33	5,33
24	PN-MN-PI-MI	1,00	5,00	5,00	0,99	5,52	5,46	1,00	4,44	4,44	1,00	5,16	5,16
25	MI-MN-PN-PI	1,00	5,52	5,52	1,00	4,71	4,71	1,00	5,00	5,00	1,00	4,85	4,85
26	PN-MI-MN-PI	1,00	6,40	6,40	1,00	6,40	6,40	1,00	5,33	5,33	1,00	6,15	6,15
27	MN-PN-PI-MI	1,00	3,64	3,64	1,00	3,33	3,33	1,00	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00
28	MN-MI-PI-PN	1,00	4,71	4,71	1,00	4,85	4,85	1,00	5,33	5,33	1,00	3,90	3,90
29	PI-MI-PN-MN	0,99	5,16	5,10	1,00	5,16	5,16	1,00	5,00	5,00	1,00	4,71	4,71
30	PI-MN-PN-MI	0,99	4,00	3,96	1,00	4,00	4,00	1,00	3,90	3,90	1,00	3,81	3,81
31	PI-MN-MI-PN	1,00	5,33	5,33	1,00	5,52	5,52	1,00	6,15	6,15	1,00	4,57	4,57
32	MN-PI-MI-PN	1,00	5,16	5,16	0,99	4,57	4,52	1,00	5,16	5,16	1,00	4,71	4,71

Ragazzi con dislessia

n	ordine	font M						font P					
		spaziatura normale (N)			spaziatura incrementata (I)			spaziatura normale (N)			spaziatura incrementata (I)		
		p(cor rect)	sill/s	E	p(cor rect)	sill/s	E	p(cor rect)	sill/s	E	p(cor rect)	sill/s	E
1	PN-PI-MN-MI	1,00	4,44	4,44	0,98	3,20	3,13	0,99	3,81	3,77	1,00	3,72	3,72
2	MI-PN-PI-MN	0,97	4,57	4,42	0,97	3,08	2,97	0,97	2,96	2,86	0,98	3,48	3,40
3	MI-PN-MN-PI	0,95	2,39	2,28	0,96	2,29	2,18	0,97	3,02	2,92	0,98	2,91	2,84
4	MN-PN-MI-PI	1,00	3,40	3,40	0,99	2,96	2,93	0,98	2,96	2,90	0,99	3,02	2,98
5	MI-PI-PN-MN	0,98	1,84	1,80	0,99	2,42	2,40	0,96	2,32	2,21	0,97	1,78	1,72
6	PI-MI-MN-PN	1,00	2,08	2,08	1,00	2,00	2,00	1,00	2,29	2,29	0,98	2,19	2,14
7	PN-PI-MI-MN	0,93	0,94	0,87	0,97	0,92	0,89	0,96	1,11	1,06	1,00	0,82	0,82
8	PN-MN-PI-MI	1,00	2,81	2,81	0,96	3,40	3,25	1,00	3,48	3,48	0,99	3,33	3,30
9	MI-MN-PN-PI	1,00	2,39	2,39	0,98	2,00	1,96	1,00	2,50	2,50	1,00	2,46	2,46
10	PN-MI-MN-PI	0,99	2,42	2,40	0,99	3,14	3,10	1,00	2,71	2,71	0,99	2,42	2,40
11	MN-PN-PI-MI	1,00	2,91	2,91	0,96	3,33	3,18	0,99	3,40	3,37	1,00	3,40	3,40
12	MN-PI-MI-PN	0,98	1,88	1,84	0,96	2,08	1,98	1,00	2,50	2,50	1,00	1,93	1,93
13	MN-MI-PI-PN	0,97	3,48	3,36	0,96	3,33	3,18	0,97	2,58	2,49	0,97	3,14	3,03
14	PI-MI-PN-MN	1,00	3,56	3,56	1,00	3,02	3,02	0,98	2,71	2,65	0,99	2,96	2,93
15	PI-MN-PN-MI	0,98	2,32	2,27	0,98	2,22	2,17	0,99	2,13	2,11	0,95	1,95	1,86
16	PI-MN-MI-PN	1,00	3,56	3,56	1,00	3,40	3,40	1,00	4,32	4,32	1,00	3,20	3,20

Appendice 9
Database prova 3
Prova di decisione lessicale

Giovani adulti normolettori

n	prova A		prova B	
	font M/ font P	E (A*item/s)	font M/ font P	E (A*item/s)
1	M	1,564	P	1,714
2	P	1,846	M	1,804
3	M	1,920	P	2,262
4	P	1,679	M	1,484
5	M	1,532	P	1,583
6	P	1,846	M	1,741
7	M	2,022	P	2,300
8	P	1,638	M	1,500
9	M	1,714	P	1,638
10	P	1,655	M	1,455
11	M	1,397	P	1,371
12	P	1,600	M	1,455
13	M	1,880	P	1,655
14	P	2,000	M	1,655
15	M	1,020	P	1,091
16	P	1,412	M	1,284
17	M	1,333	P	1,412
18	P	0,880	M	0,767
19	M	0,813	P	0,830
20	P	1,484	M	1,324
21	M	1,000	P	1,116
22	P	1,406	M	1,516
23	M	1,397	P	1,424
24	P	1,548	M	1,371
25	M	2,500	P	2,500
26	M	2,000	P	1,900
27	P	2,106	M	1,303
28	M	1,382	P	1,057
29	P	1,371	M	1,043
30	M	1,500	P	1,263
31	P	1,583	M	0,978

Giovani adulti con dislessia

n	prova A		prova B	
	font M/ font P	E (A*item/s)	font M/ font P	E (A*item/s)
1	M	1,231	P	1,371
2	P	0,281	M	0,392
3	M	0,684	P	0,590
4	P	1,171	M	1,011
5	P	1,128	M	0,969
6	M	0,819	P	0,896
7	P	0,828	M	0,857
8	P	0,585	M	0,565
9	M	0,480	P	0,509
10	M	0,466	P	0,626
11	P	0,795	M	0,842
12	P	0,908	M	0,990
13	M	0,960	P	1,067
14	P	0,805	M	0,810

Ragazzi normolettori

n	prova A		prova B	
	font M/ font P	E (A*item/s)	font M/ font P	E (A*item/s)
1	M	0,800	P	0,792
2	P	1,224	M	0,848
3	M	0,941	P	1,070
4	P	0,863	M	0,842
5	M	0,709	P	0,891
6	P	1,218	M	1,192
7	M	0,754	P	0,887
8	P	1,607	M	1,081
9	M	1,066	P	1,175
10	P	1,673	M	1,679
11	M	0,809	P	1,021
12	P	1,586	M	1,603
13	M	1,319	P	1,080
14	P	1,070	M	1,231
15	M	0,679	P	0,688
16	P	0,552	M	0,579
17	M	0,906	P	1,057
18	P	0,615	M	0,679
19	M	0,681	P	0,669
20	P	1,306	M	1,205
21	M	0,582	P	0,730
22	P	1,319	M	0,904
23	M	1,292	P	1,237
24	P	1,550	M	1,439
25	M	1,252	P	1,144
26	P	1,583	M	1,583
27	M	0,747	P	0,731
28	M	1,371	P	1,329
29	P	1,257	M	0,896
30	M	0,778	P	0,912
31	P	1,292	M	1,484
32	P	1,000	M	1,397

Ragazzi con dislessia

n	prova A		prova B	
	font M/ font P	E (A*item/s)	font M/ font P	E (A*item/s)
1	M	0,677	P	1,287
2	P	0,440	M	0,389
3	M	0,297	P	0,345
4	P	0,968	M	1,004
5	M	0,431	P	0,515
6	P	0,560	M	0,596
7	M	0,347	P	0,348
8	P	0,810	M	0,874
9	M	0,513	P	0,552
10	P	0,789	M	0,772
11	M	0,660	P	0,848
12	P	0,420	M	0,456
13	M	0,813	P	0,754
14	P	0,843	M	0,769
15	M	0,582	P	0,636
16	P	0,887	M	0,852

Appendice 10

Database prova 4

Prova di confronto di stringhe

Giovani adulti normolettori

n	prova A		prova B	
	font M/ font P	E (A*item/s)	font M/ font P	E (A*item/s)
1	P	0,457	M	0,420
2	M	0,770	P	0,784
3	M	0,559	P	0,538
4	M	0,388	P	0,392
5	P	0,440	M	0,688
6	M	0,429	P	0,396
7	P	0,388	M	0,399
8	M	0,336	P	0,470
9	P	0,317	M	0,307
10	M	0,326	P	0,364
11	P	0,287	M	0,286
12	M	0,437	P	0,390
13	P	0,403	M	0,330
14	M	0,396	P	0,356
15	P	0,329	M	0,316
16	M	0,407	P	0,339
17	P	0,479	M	0,685
18	M	0,203	P	0,168
19	P	0,417	M	0,317
20	M	0,292	P	0,258
21	P	0,324	M	0,321
22	M	0,388	P	0,361
23	P	0,376	M	0,374
24	M	0,490	P	0,448
25	P	0,572	M	0,676
26	P	0,522	M	0,558
27	M	0,516	P	0,610
28	P	0,294	M	0,363
29	M	0,490	P	0,541
30	P	0,500	M	0,470
31	M	0,374	P	0,342

Giovani adulti con dislessia

n	prova A		prova B	
	font M/ font P	A*item/s	font M/ font P	A*item/s
1	P	0,286	M	0,283
2	M	0,312	P	0,282
3	P	0,112	M	0,147
4	M	0,255	P	0,253
5	P	0,215	M	0,227
6	M	0,267	P	0,289
7	P	0,312	M	0,380
8	M	0,162	P	0,151
9	P	0,169	M	0,139
10	M	0,251	P	0,227
11	P	0,148	M	0,145
12	M	0,267	P	0,246
13	P	0,224	M	0,258
14	P	0,214	M	0,296

Ragazzi normolettori

n	prova A		prova B	
	font M/ font P	E (A*item/s)	font M/ font P	E (A*item/s)
1	P	0,255	M	0,416
2	M	0,258	P	0,238
3	P	0,218	M	0,200
4	M	0,268	P	0,251
5	P	0,247	M	0,130
6	M	0,322	P	0,293
7	P	0,291	M	0,332
8	M	0,313	P	0,318
9	P	0,235	M	0,210
10	M	0,321	P	0,401
11	P	0,279	M	0,263
12	M	0,389	P	0,407
13	P	0,369	M	0,356
14	M	0,176	P	0,189
15	P	0,177	M	0,137
16	M	0,206	P	0,178
17	P	0,177	M	0,193
18	M	0,226	P	0,235
19	P	0,310	M	0,304
20	M	0,396	P	0,410
21	P	0,226	M	0,198
22	M	0,206	P	0,253
23	P	0,446	M	0,398
24	M	0,438	P	0,396
25	P	0,314	M	0,356
26	M	0,388	P	0,455
27	P	0,211	M	0,196
28	P	0,276	M	0,229
29	M	0,461	P	0,323
30	P	0,259	M	0,204
31	M	0,361	P	0,272
32	M	0,210	P	0,209

Ragazzi con dislessia

n	prova A		prova B	
	font M/ font P	E (A*item/s)	font M/ font P	E (A*item/s)
1	P	0,196	M	0,223
2	M	0,233	P	0,188
3	P	0,154	M	0,152
4	M	0,349	P	0,259
5	P	0,180	M	0,184
6	M	0,160	P	0,176
7	P	0,194	M	0,238
8	M	0,246	P	0,257
9	P	0,168	M	0,163
10	M	0,342	P	0,325
11	P	0,211	M	0,230
12	M	0,131	P	0,128
13	P	0,121	M	0,113
14	M	0,302	P	0,287
15	P	0,333	M	0,295
16	M	0,246	P	0,254

Appendice 11

Materiale utilizzato per lo studio
“Spaziatura e lettura pseudoparole”

Testo con spaziatura normale

Nacimbo bele na li dichiela lacarro ghe stra do gafarro nacro quelgia fi drofa nal nerra gida foso na olche viora lozzo ofefa el saimo lu trella bedro viora el gabbotto nu fambali fobra garchio dandini franno fadanto pobra nulo nugga ghe fla nallome fana faburi cuoso farfo dedine manno quarra febere dussa biasse mo bemma gama nal dasgo dado berra gafa fi parde unchi fe nolta mondamo gadale ol dicchiela nerro scambo ocque gnona ful oldero dandola gramba nadata fulla sgarba pegli lafazzi be nadite crambe vorche ghila rascio na vardanna.

Testo con spaziatura incrementata

Nacimbo bele na li dichuela lacarro ghe
stra do gafarro nacro quelgia fi drofa
nal nerra gida foso na olche viora
lozzo ofefa saimo lu trella bedro viora
el gabbotto nu fambali fobra garchio
dandini franno fadanto pobra nulo nugga
ghe fla nallome fana faburi cuoso farfo
dedine manno quarra febere dussa biasse
mo bemma gama nal dasgo daddo berra
gafa fi parde unchi fe nolta mondamo
gadale ol dicchiela nerro scambo ocque
gnona ful oldero dandola gramba nadata
fulla sgarba pegli lafazzi be nadite
crambe vorche ghila rascio na vardanna.