

LE.I.L.A: Leggere i Libri Digitali Appropriati

L'attività di ricerca sintetizzata in questa relazione è stata svolta nel contesto di un progetto biennale intitolato "LE.I.L.A: Leggere i libri digitali appropriati", finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Trento e Rovereto. Il progetto vede come capofila la Fondazione Marica De Vincenzi ONLUS e alla sua realizzazione hanno collaborato il Dipartimento di Psicologia e Scienze Cognitive e il Dipartimento di Ingegneria e Scienze dell'Informazione dell'Università degli Studi di Trento. Al progetto hanno anche collaborato il laboratorio di Osservazione Diagnosi e Formazione (ODF Lab) e le Scuole Secondarie di I Grado "Damiano Chiesa" di Rovereto. Per i primi 11 mesi (Dicembre 2015 - Ottobre 2016), l'attività è stata condotta dal dott. Simone Sulpizio. Per restanti 13 mesi (Marzo 2017 – Marzo 2018), l'attività di ricerca è stata condotta dal dott. Michele Scaltritti.

Lo scopo del progetto è quello di identificare le caratteristiche visivo-tipografiche che possono facilitare la fruizione di testi digitali tanto per lettori tipici quanto per lettori con dislessia. L'intento è quello di contribuire a rendere i testi digitali realmente accessibili al più largo numero di lettori possibile. Oltre all'attività scientifica, il progetto ha previsto anche momenti di condivisione con il mondo accademico e il mondo professionale, così come attività divulgative rivolte alla cittadinanza (sezione Divulgazione).

FASE 1

In una prima fase, il progetto si è proposto di identificare le caratteristiche grafiche e visive che possono svolgere un ruolo importante nel facilitare la lettura di testi digitali all'interno di pagine internet, in particolare nel caso di lettori con dislessia.

I lettori con dislessia sono particolarmente sensibili a fenomeni di *crowding* (e.g., Martinelli, Di Filippo, Spinelli, & Zoccolotti, 2009), ove l'identificazione di un target visivo (ad es., una lettera), è resa più difficoltosa dalla presenza di altri stimoli distrattori posti a fianco del target stesso (per una revisione, si veda Levi, 2008). In effetti, la manipolazione di semplici parametri visivo-tipografici, come la spaziatura tra caratteri e tra linee di testo, può notevolmente migliorare la rapidità e l'accuratezza di lettura in bambini con dislessia (Zorzi et al., 2012). E' dunque possibile pensare che, stante un'adeguata formattazione dei testi digitali, sia possibile facilitarne sensibilmente la fruizione.

Studio 1

Nelle comunità dei *web-designers* e degli sviluppatori di pagine internet, sono state formulate linee guida per la creazione di siti internet facilmente fruibili da lettori con dislessia (ad es., Santana et al., 2013). Alcune di queste si focalizzano specificamente su aspetti tipografici dei testi (Jackson, 2014). Risulta tuttavia arduo sintetizzare le indicazioni da esse proposte, in parte per l'eterogeneità metodologica con cui sono state formulate, in parte perché linee guida differenti propongono soluzioni divergenti. Molto raramente, infine, le raccomandazioni fornite dalle linee guida si fondano su risultati validati sperimentalmente.

In un primo studio, è stata condotta una revisione delle linee guida, per identificare le indicazioni maggiormente supportate e su cui esiste maggiore accordo. Si è partiti da un corpus di 10 documenti riportanti complessivamente 199 linee-guida. Dopo uno screening iniziale, le linee-guida sono state sottoposte a 2 procedure di valutazione. La prima, è stata svolta da 3 esperti in materia di dislessia (indipendenti rispetto al progetto), al fine di selezionare le linee-guida più rilevanti, particolarmente per quei casi in cui i documenti offrissero raccomandazioni contraddittorie. La seconda, è stata svolta da 3 esperti di design del web, che rappresentano, in ultima analisi, i veri fruitori di queste linee-guida. Le valutazioni hanno ridotto le linee guida ad un più sintetico e selezionato gruppo di 62 raccomandazioni. Questa selezione è stata dunque sottoposta ad una procedura di validazione empirica.

In particolare, sono state scelte 36 pagine internet. Tramite uno studio online, si sono raccolte valutazioni di leggibilità da parte di un gruppo di lettori tipici (N = 23) e di un gruppo di lettori con dislessia (N = 13). A ciascun lettore sono state sottoposte 10 pagine, ed è stato chiesto di attribuire un punteggio di leggibilità su una scala Likert a 7 punti ("leggere questa pagina è stato molto semplice/molto difficile"). Parallelamente, un secondo studio online è stato rivolto ad esperti in materia di dislessia o web-design (N = 14). Ciascuno di essi ha visionato 7 pagine internet, e ne ha valutato l'aderenza con ciascuna delle linee-guida esprimendo un giudizio tramite scala Likert a 7-punti. Infine, in collaborazione col Dr. Aliaksei Miniukovich del Dipartimento di Ingegneria e Scienze dell'Informazione, è stato creato un algoritmo in grado di fornire automaticamente una misurazione in riferimento a 12 aspetti visivo-tipografici indicati come rilevanti dalle linee-guida.

Risultati

E' stata valutata la correlazione tra i punteggi di leggibilità forniti dai lettori e le valutazioni di aderenza a ciascuna linea-guida fornita dagli esperti. Per sole 5 linee-guida è emersa una correlazione significativa. Per quanto riguarda le misure automatiche, invece, 9 su 12 hanno mostrato una correlazione significativa con i punteggi di leggibilità. Le correlazioni sono riassunte in Tabella 1.

Questo primo studio ha condotto a 2 risultati principali. In prima istanza, l'eterogeneità delle linee-guida in materia di leggibilità dei testi digitali è stata analizzata e ridotta ad un insieme di 62 linee-guida consistenti e coerenti. Questo primo prodotto rappresenta già uno strumento utilizzabile per migliorare la leggibilità delle pagine internet. In secondo luogo, sono state individuate 11 linee-guida che mostrano una relazione con i punteggi di leggibilità forniti dai lettori. Questo insieme ridotto di indicazioni può essere utile non solo per orientare il design di pagine web e testi digitali, ma anche per fornire uno spunto alla ricerca, indirizzando l'indagine sperimentale verso un numero gestibile di parametri grafico-visivi. Un primo esempio di questo approccio è stato implementato nella seconda fase del progetto.

I risultati della rassegna e della validazione sono confluiti in una pubblicazione e connessa presentazione orale (Miniukovic et al., 2017; si veda sezione Produzione Scientifica).

Tabella 1. Correlazioni tra 1) i punteggi di aderenza delle pagine internet con le varie linee guida e le valutazioni di leggibilità fornite dai lettori e 2) tra le misure automatiche della caratteristiche visivo-tipografiche delle pagine internet e i le valutazioni di leggibilità dei lettori.

Linee Guida	Leggibilità lettori tipici	Leggibilità lettori con dislessia
<i>1) Linee-guida</i>		
Usare frasi corte, dirette, con uno stile semplice	-.39*	-.35*
Evitare linguaggio complesso e gerghi	-.50**	-.35*
Usare paragrafi brevi	-.15	-.35*
Mettere l'idea principale della frase o del paragrafo all'inizio della frase o del paragrafo	-.46**	-.30
Usare sottotitoli per le varie sezioni in modo da organizzare il contenuto	-.36*	.20
<i>2) Misure automatiche</i>		
Ampiezza del testo (n. di parole)	.18	.35*
Presenza di titoli e sottotitoli	-.46**	-.13
Presenza di testo in grassetto	-.01	-.08
Presenza di testo in corsivo	.37**	-.03
Presenza di testo sottolineato	.38**	-.09
Dimensioni del font	-.35**	-.11
Tipo di font	-	-
Spaziatura tra le linee	.06	-.11
Ampiezza delle colonne di testo	.34*	.14
Allineamento del testo	.16	-.12
Contrasto di luminanza	.10	.33*
Differenza tra colore sfondo e colore del testo	-.07	-.39**

Nota. I valori rappresentano i corrispettivi coefficienti di correlazione. *** = $p < .001$; ** = $p < .01$; * = $p < .05$

Studio 2

Un secondo studio si è focalizzato su indici di complessità visiva mutuati dalla ricerca in campo di interazioni uomo-computer (*human-computer interaction*, HCI; si veda Deng & Poole, 2010). Dopo una fase di revisione della letteratura, sono state individuate 9 misure

quantificabili tramite algoritmi automatici (Tabella 2) ed in grado di rappresentare la multidimensionalità del concetto di complessità visiva applicato a testi digitali. Sono stati dunque condotti 2 esperimenti online. In entrambi, sono stati reclutati sia lettori tipici (Esperimento 1, N = 16; Esperimento 2, N = 26) che lettori con dislessia (Esperimento 1, N = 11; Esperimento 2, N = 10). Nei due esperimenti, venivano mostrati testi digitali contenuti in una schermata del computer, per una breve durata (1 secondo). I partecipanti, sulla base della loro prima impressione, dovevano valutare quanto il testo sembrasse loro complesso da un punto di vista visivo, utilizzando una scala Likert a 7 punti (1 = semplice; 7 = complesso). Nel primo esperimento, sono state proposte 55 pagine internet. Nel secondo, pagine di libri digitali scolastici. Entrambe le tipologie di materiale riportano anche immagini, box riassuntivi e, in generale, non si limitano all'aspetto testuale.

Risultati

Entrambi gli esperimenti hanno evidenziato una sostanziale coerenza nei giudizi di complessità visiva fornita da utenti con e senza dislessia. Cinque delle 9 misure automatiche hanno dimostrato di saper predire le valutazioni fornite dagli utenti per le pagine internet (Tabella 2).

Tabella 2. *Coefficienti di regressione per le misure automatiche di complessità visiva,*

Misure automatiche di complessità visiva	Coefficienti (b) per Esperimento 1	Coefficienti (b) per Esperimento 2
Numero unità di informazione	.12***	.21**
Numero gruppi di unità di informazione	.13***	.16***
Varietà dei colori	.01	-.05**
Varietà dimensioni degli elementi	-.03	.08**
Simmetria verticale	.08**	.13***
Allineamento dei contenuti	.21***	.24***
Riempimento dello spazio	.01	.19***
Contrasto figura-sfondo	-.03	.13***
Quantità di spazio vuoto	-.06**	-.24***

Nota. *** = $p < .001$; ** = $p < .01$

Nel caso dei libri scolastici, tutte le misure si sono dimostrate essere predittori significativi dei giudizi dei lettori. In entrambi gli esperimenti, i predittori non mostrano differenze per giudizi forniti da lettori tipici e con dislessia.

Nel complesso, lo studio suggerisce che lettori tipici e con dislessia abbiano una percezione simile dei testi digitali in termini di complessità visiva. Inoltre, i giudizi di complessità visiva paiono influenzati dai medesimi aspetti in entrambi i gruppi. Questo potrebbe indicare che il design di pagine web e testi digitali potrebbe facilitare la lettura per lettori tipici e con dislessia, senza dover prevedere formattazioni specificamente diverse per i due gruppi di utenti.

I risultati sono confluiti in una seconda pubblicazione e connessa presentazione orale (Miniukovich et al.; si veda sezione Produzione Scientifica).

FASE 2

Nella seconda fase, il progetto si è proposto di verificare sperimentalmente l'utilità di alcune linee guida che la fase precedente aveva indicato come rilevanti. In particolare, il progetto si è focalizzato sulle linee guida quantificabili automaticamente. Questa scelta si basa su due considerazioni. La prima è che, all'interno di un processo di validazione sperimentale, variabili quantificabili (ad es., dimensione del carattere, ampiezza del testo, spaziatura tra le righe) possono essere testate con maggiore precisione rispetto ad aspetti di natura più qualitativa (ad es., "Mettere l'idea principale della frase o del paragrafo all'inizio della frase o del paragrafo"). In secondo luogo, qualora aspetti quantificabili in maniera automatica risultassero rilevanti per la lettura, il loro utilizzo in sede di sviluppo dei testi digitali risulterebbe incentivato dalla facilità con cui possono essere acquisiti. Si è tentato tuttavia di tenere in considerazione anche le linee-guida meno quantificabili (ad es. "Usare frasi corte, dirette, con uno stile semplice", "Evitare linguaggio complesso e gergale"), approssimandole con indicatori numerici (ad es., indici di complessità sintattica, frequenza media delle parole nel testo).

Scopo dell'indagine sperimentale è stato quello di valutare l'influenza delle misure automatiche (identificate nel primo studio della Fase 1) su specifici parametri dei movimenti oculari abbinati alla lettura: i tempi di fissazione e l'ampiezza delle saccadi. Durante la lettura, infatti, gli occhi presentano momenti di relativa stazionarietà (fissazioni), in cui fissano una parola per decodificarla e premetterne l'elaborazione, intervallati da piccoli movimenti (per lo più orizzontali) detti saccadi, che consentono di muovere lo sguardo su un nuovo stimolo. Entrambe le misure, tempi di fissazioni e saccadi, si differenziano in lettori con dislessia: la durata delle fissazioni aumenta, e l'ampiezza delle saccadi diminuisce. Queste differenze non risultano imputabili a deficit oculo-motori, ma riflettono la difficoltà di lettura (De Luca, Di Pace, Judica, Spinelli, & Zoccolotti, 1999). Tipicamente, questi effetti sono stati registrati in età evolutiva.

La nostra ricerca ha coinvolto 4 gruppi di partecipanti: adulti (età ≥ 18) lettori tipici, adulti con dislessia, bambini (età 10-13) lettori tipici e bambini con dislessia. Per ciascun gruppo, sono stati reclutati 20 partecipanti, per un totale di 80. La presenza di questi gruppi ha permesso di tenere conto di una dimensione evolutiva (confrontando adulti e bambini), una dimensione clinica (confrontando lettori tipici e con dislessia) e l'intersezione delle due. Per tutti i partecipanti, sono stati acquisiti punteggi relativi all'abilità di lettura tramite la prova di lettura di parole e non parole tratta dalla batteria DDE-2 (Sartori, Job, & Tressoldi, 2007), e la prova di lettura di brano tratta dalla batteria MT (Cornoldi & Colpo, 2010; Martino et al., 2011). Inoltre, è stato somministrato il test delle matrici di Raven (Belacchi, Scalisi, Cannoni, & Cornoldi, 2008; Valeschini & Del Ton, 2008), per assicurarsi la comparabilità dei gruppi in termini di intelligenza non verbale.

Per il test sperimentale, sono state selezionate 50 pagine internet. Per ciascuna di esse, sono state estratte le 12 misure visivo-tipografiche automatiche menzionate nel resoconto del primo studio della Fase 1. Per i testi presentati in ciascuna pagina, inoltre, sono state calcolate la lunghezza media delle parole (in numeri di caratteri), la frequenza media d'uso delle parole utilizzate nel testo, e la complessità sintattica (il numero medio di parole presenti in ogni frase).

Ai partecipanti veniva richiesto di leggere a mente 5 pagine internet (in ogni gruppo, ciascuna pagina era vista da 2 partecipanti diversi), mentre si acquisiva la registrazione dei movimenti oculari tramite un *eyetracker* (EyeLink 1000 PLUS). Per ogni pagina, è stato calcolato il tempo medio di fissazione, e l'ampiezza media delle saccadi. Separatamente per ciascuno di questi 2 indici, tramite analisi con modelli lineari ad effetti misti, abbiamo

valutato l'impatto delle 12 misure automatiche e degli indici linguistici (lunghezza e frequenza delle parole, complessità sintattica).

Risultati

In continuità con studi precedenti, si è osservata una maggiore durata delle fissazioni nei bambini rispetto agli adulti, e nei lettori con dislessia rispetto ai lettori tipici. La differenza tra lettori tipici e con dislessia risulta più marcata nei bambini. Per quanto concerne le saccadi, invece, l'ampiezza risulta ridotta nei lettori con dislessia, in misura analoga nel gruppo degli adulti e dei bambini (Figura 1).

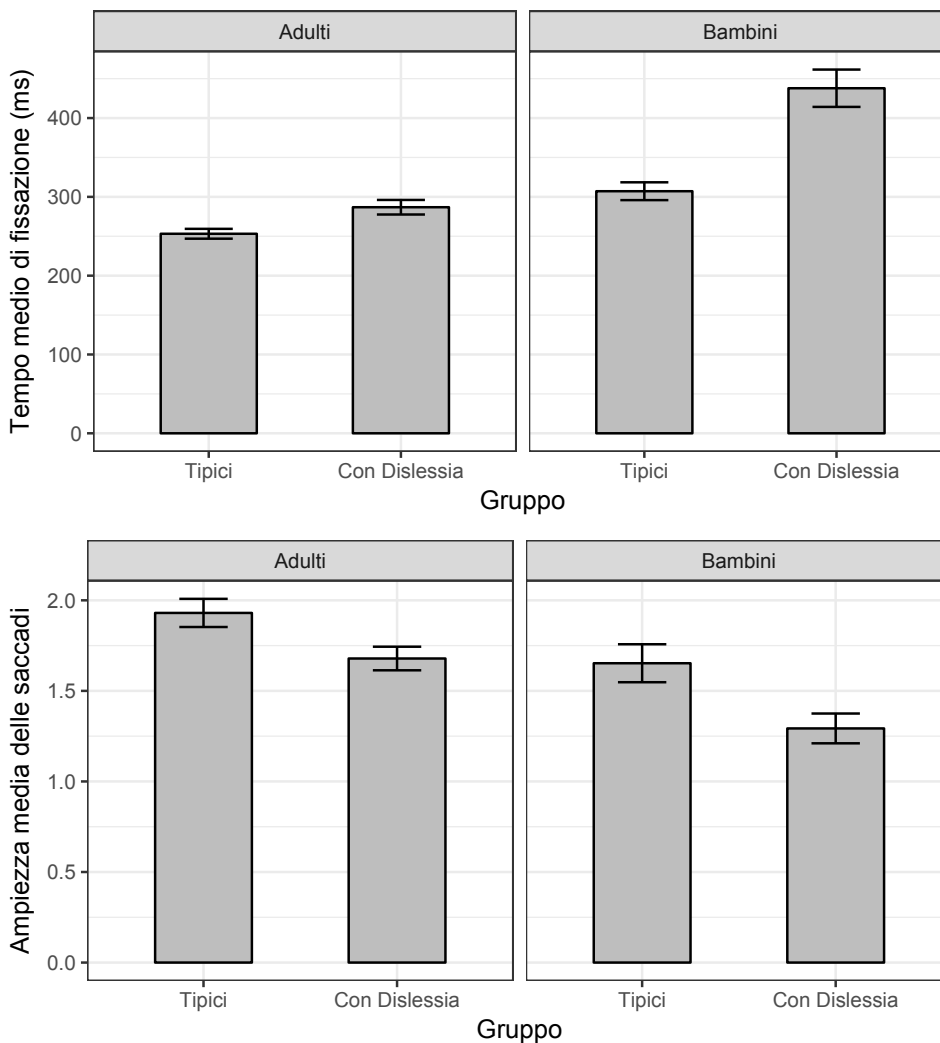


Figura 1. Tempi di fissazione medi e ampiezza media delle saccadi per i 4 gruppi di partecipanti (adulti vs. bambini e lettori tipici vs. con dislessia). Le barre d'errore riportano gli intervalli di confidenza (95%).

Tra le variabili visive-tipografiche, la *grandezza dei caratteri* riveste un ruolo importante. All'aumentare di questo parametro, la durata delle fissazioni diminuisce. L'effetto di facilitazione è simile per lettori tipici e con dislessia, ed impatta maggiormente sui lettori meno esperti (bambini), indipendentemente dalla presenza o meno di dislessia. Inoltre, a caratteri più grandi corrispondono saccadi più ampie. Questo è ovvio, in quanto aumenta la distanza tra le parole. Tuttavia, è interessante notare come l'effetto risulti particolarmente pronunciato nei bambini tipici, e significativamente ridotto nei bambini con dislessia. Ciò suggerisce che il fenomeno non sia semplicemente legato alla distanza

fisica tra le parole, ma coinvolga anche aspetti legati all'elaborazione delle stesse (Figura 2).

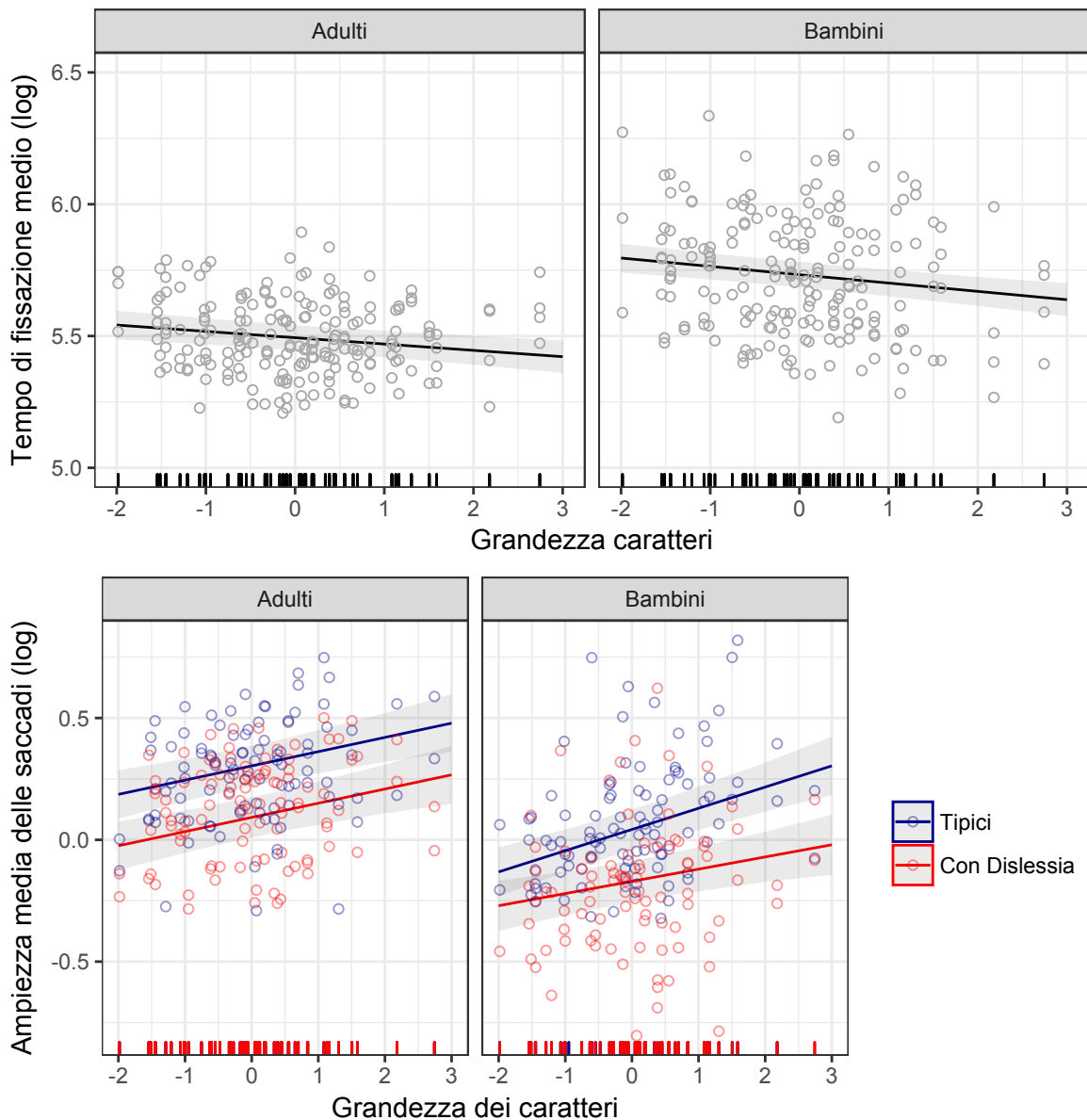


Figura 2. *Tempi di fissazione medi (prima riga) e ampiezza media delle saccadi (seconda riga), in funzione della grandezza dei caratteri (standardizzata). I punti rappresentano le medie empiriche. Le linee rappresentano le rette di regressione stimate dai modelli. L'area ombreggiata intorno ad esse rappresenta l'intervallo di confidenza (95%).*

A livello di ampiezza delle saccadi, si registra anche un effetto esercitato dalla differenza di colore tra il testo e lo fondo: all'aumentare di questa differenza, l'ampiezza delle saccadi diminuisce per tutti i gruppi, tranne che per i bambini con dislessia. In questo gruppo, l'effetto sembra andare nella direzione opposta (Figura 3), suggerendo che per questi bambini possa essere utile enfatizzare il contrasto.

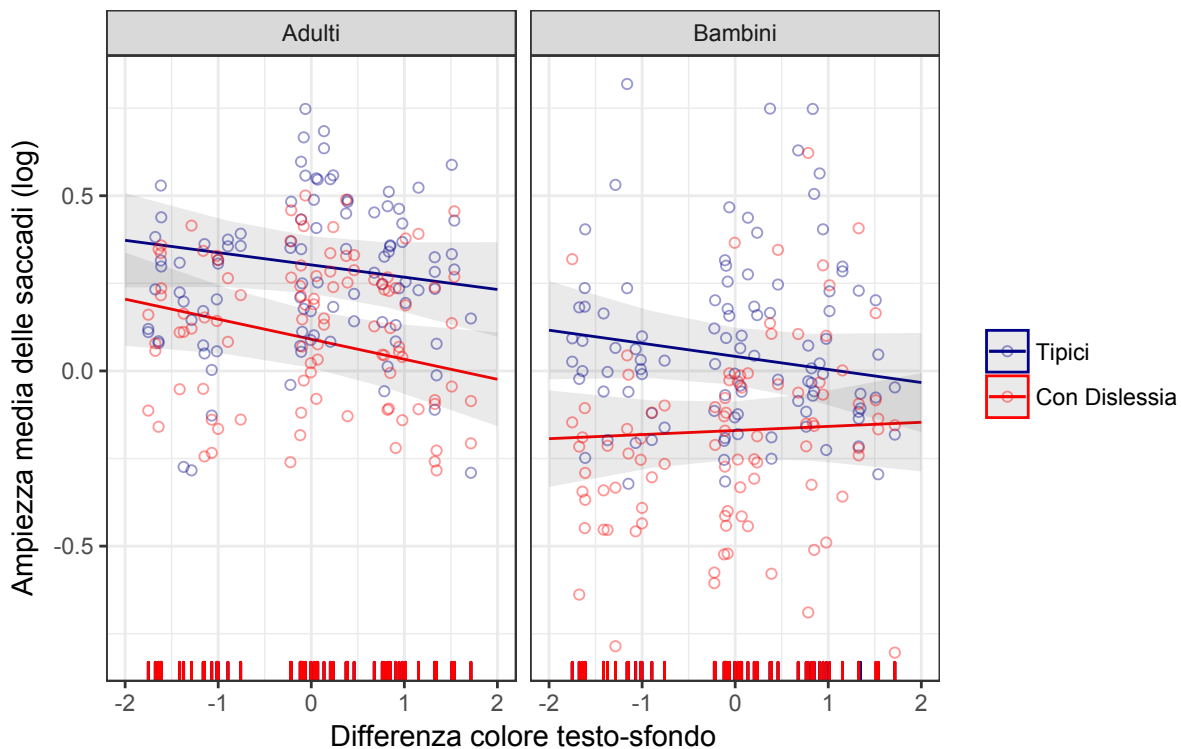


Figura 3. Ampiezza media delle saccadi in funzione della differenza di colore tra testo e sfondo. I punti rappresentano le medie empiriche. Le linee rappresentano le rette di regressione stimate dai modelli. L'area ombreggiata intorno ad esse rappresenta l'intervallo di confidenza (95%).

In conclusione, sembra che alcuni parametri visivo-tipografici delle pagine internet possano facilitarne la lettura. Solo alcuni di tali parametri sembrano differenziarsi tra lettori tipici e con dislessia. Ciò potrebbe suggerire che semplici modifiche nella formattazione del testo possano portare benefici significativi a entrambe le categorie di lettori. Resta importante sottolineare la possibilità che benefici più selettivi per i lettori dislessici potrebbero rendersi evidenti con manipolazioni più forti dei parametri visivo-tipografici. Infatti, i nostri stimoli consistevano in pagine internet reali, e non specificamente formulate per lettori atipici.

I risultati di questo studio saranno presentati in un articolo in preparazione e in almeno un convegno di riferimento per la comunità scientifica internazionale. E' stata organizzata inoltre una giornata di studio sul tema dei disturbi del linguaggio e delle risorse offerte dalle tecnologie digitali (23 Marzo 2018), durante la quale sono intervenuti esperti dal mondo accademico e clinico e dove sono stati presentati i risultati della ricerca. E' programmato infine un incontro di restituzione presso le Scuole Damiano Chiesa di Rovereto (20 Giugno 2018).

PRODUZIONE SCIENTIFICA

Miniukovich, A., De Angeli, A., Sulpizio, S., & Venuti, P. (2017). Design guidelines for web readability. *DIS 2017 - Proceedings of the 2017 ACM Conference on Designing Interactive Systems*, 285-296.

Miniukovich, A., Sulpizio, S., & De Angeli, A. (2018). Exploration of Visual Complexity for Graphical User Interfaces. *AVI 2018 – International Conference on Advanced Visual Interfaces*.

Scaltritti, M., Miniukovich, A., Job, R., De Angeli, A., Venuti, P., & Sulpizio, S. (in preparazione). Reading webpages: the role of visual-typographic variables on eye-movements in reading.

Disturbi del linguaggio e tecnologia: opportunità per lo sviluppo personale e la socializzazione, 23 Marzo 2017. Giornata di studio.

DIVULGAZIONE

Presentazione del progetto al Collegio Docenti delle Scuole Secondarie di I Grado “Damiano Chiesa” di Rovereto. 4 Maggio 2017.

Presentazione del progetto al Consiglio di Istituto delle Scuole Secondarie di I Grado “Damiano Chiesa” di Rovereto, alla presenza dei rappresentanti dei genitori. 8 Maggio 2017.

Presentazione del progetto al Direttivo della Sezione di Trento dell’AID – Associazione Italiana Dislessia. 7 Luglio 2017.

Presentazione del progetto, della procedura sperimentale, e dei risultati preliminari in occasione dell’evento “Settimana Nazionale della Dislessia 2017. Rovereto, 5 Ottobre 2017.

Presentazione presso il Festival dell’Educazione EDUCA, workshop “Tecnologie e riabilitazione”. Prevista per il 14 Aprile 2018.

Presentazione dei risultati al Consiglio di Istituto delle Scuole Secondarie di I Grado “Damiano Chiesa” di Rovereto. Prevista per il 20 Giugno 2018.

Bibliografia

Belacchi, C., Scalisi, T.C., Cannoni, E., & Cornoldi, C. (2008). CPM Coloured progressive Matrices. Standardizzazione italiana. Giunti O.S., Firenze.

Cornoldi, C., & Colpo, G. (2010). *Nuove prove di Lettura MT per la Scuola Media Inferiore*. Firenze: Giunti O.S. Organizzazioni Speciali.

De Luca, M., Di Pace, E., Judica, A., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (1999). Eye movements patterns in developmental surface dyslexia. *Neuropsychologia*, 37, 1407-1420.

Deng, L., & Poole, M.S. (2010). Affect in Web interfaces: A study of the impacts of Web page visual complexity and order. *Mis Quarterly*, 34, 711-730.

Jackson, J.E. (2014). Towards Universally Accessible Typography: A Review of Research on Dyslexia, *29th Annual International Technology and Persons with Disabilities Conference*.

Levi, D.M. (2008). Crowding – An essential bottleneck for object recognition: A mini-review. *Vision Research*, 48, 635-654.

- Martinelli, M., Di Filippo, G., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2009). Crowding, reading, and developmental dyslexia. *Journal of Vision*, 9, 1-14.
- Martino, M.G., Pappalardo, F., Re, A.M., Tressoldi, P.E., Lucangeli, D., & Cornoldi, C. (2011). La valutazione della dislessia nell'adulto. *Dislessia*, 8, 119-134.
- Santana, V.F., Oliveira, R., Almeida, L.D.A., & Ito, M. (2013). Firefixia: An accessibility web browser customization toolbar for people with dyslexia. *10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*.
- Sartori, G., Job, R., & Tressoldi, P.E. (1995). *Batteria per la valutazione della dislessia e della disortografia evolutiva -2*, Firenze: Giunti O.S. Organizzazioni Speciali.
- Valeschini, S. & Del Ton, F. (2008). *Le Matrici Progressive di Raven: Manuale*. Firenze: Giunti O.S. Organizzazioni Speciali.
- Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, L., Carrozzi, M., Montico, M., ... & Ziegler, J.C. (2012). Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 11455–11459.