



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di Laurea Triennale in
Scienze Psicologiche Cognitive e Psicobiologiche

Tesi di Laurea Triennale

RICERCA VISIVA E LETTURA:
UNA SFIDA PER I POOR READERS?

VISUAL RESEARCH AND READING:
A CHALLENGE FOR POOR READERS?

Relatore: Prof. Luca Battaglini

Laureanda: Marta Costantino

Matricola: 1222833

Anno Accademico 2021/2022

Ai miei nonni

Anna, Mario, Teresa e Giorgio

INDICE

INTRODUZIONE	pag. 7
CAPITOLO 1	
Il sistema visivo	pag. 11
Vie visive: i binari cerebrali	pag. 12
I processi visivi nella lettura: il ruolo della via magnocellulare	pag. 14
CAPITOLO 2	
Apprendimento percettivo	pag. 17
Plasticità cerebrale: le basi neurali dell'apprendimento percettivo	pag. 18
Apprendimento percettivo e lettura	pag. 19
Training di ricerca visiva: una tipologia di apprendimento percettivo	pag. 21
CAPITOLO 3	
Un nuovo training di ricerca visiva	pag. 23
3.1 Ipotesi sperimentali	pag. 23
3.2 Materiali e metodi	pag. 24
3.2.1 Partecipanti	pag. 24
3.2.2 Test e stimoli	pag. 25
3.2.3 Procedura	pag. 25
3.3 Risultati	pag. 31
3.4 Discussione	pag. 39
BIBLIOGRAFIA	pag. 41
APPENDICE	pag. 43

INTRODUZIONE

Sono numerosi gli studi attraverso cui è stato possibile riscontrare un coinvolgimento delle abilità visuo-spaziali nelle attività di lettura. Questo legame è evidente sin dalle prime fasi dello sviluppo evolutivo, per cui già i bambini, oltre a dover possedere buone capacità linguistiche, devono anche sviluppare abilità oculomotorie e di percezione visiva ottimali. Vernet e colleghi (2021), attraverso un approccio prospettico longitudinale, hanno in questo senso voluto sfruttare le misure relative all'elaborazione visiva per l'individuazione precoce di difficoltà di lettura. Le differenze di abilità visive che sono evidenti all'inizio della scuola materna potrebbero fornire informazioni predittive sul rischio di difficoltà di apprendimento all'ingresso della scuola primaria. Infatti tale studio ha restituito come risultato il fatto che il 31% di un campione complessivo di 51 soggetti in età prescolare ha mostrato problematicità nell'elaborazione visiva. Essi presentavano perciò valori sotto la media per quanto riguarda tempo impiegato per eseguire la prova e anche per il numero di errori e le diverse tipologie di questi. Ma, fattore altrettanto significativo, è stato quello per cui l'accuratezza e la velocità di lettura dei bambini della prima elementare si sono dimostrate fortemente correlate alle abilità visive misurate all'asilo tramite un dispositivo che traccia i movimenti oculari chiamato "Eye tracker".

I training di visual search prevedono l'esplorazione visiva di un'immagine con l'obiettivo di individuare un oggetto specifico di interesse e rappresentano più degli altri la massima espressione del rapporto finora descritto, in quanto in essi avviene il meccanismo fondamentale di selezione degli elementi percettivi più salienti presenti nello spazio circostante, tramite l'attivazione della nostra attenzione. Si parla di un meccanismo chiamato "Stimulus Driven", per cui lo spostamento dello sguardo è guidato dalle caratteristiche fisiche dello stimolo che risultano centrali per il compito da effettuare. Molti studi volti alla valutazione del ruolo esercitato dai processi attentivi, sono stati condotti su soggetti dislessici (scarse abilità di lettura) e hanno evidenziato in questi un chiaro deficit relativo all'orientamento dell'attenzione visiva. Ad esempio Facoetti et al. (2000) hanno messo a confronto un gruppo di bambini dislessici e di normo-lettori tramite un paradigma sperimentale combinato di ricerca visiva e

orientamento implicito. Il compito, costruito sulla base del modello di Posner (1980), prevedeva che i soggetti rilevassero il più velocemente possibile la presenza o meno di un punto luminoso bianco proiettato sullo schermo del computer. Veniva inoltre richiesto di fissare il centro del monitor, mentre un cue (indizio) veniva mostrato prima del target in base a due modalità: “central” e “peripheral” a seconda che esso implicasse o meno uno spostamento volontario dell’attenzione. I risultati si sono rivelati significativi per quanto riguarda il tipo di processo coinvolto nell’attività: i bambini dislessici hanno mostrato dei tempi di reazione al target più lenti soprattutto nel caso di un meccanismo esogeno e quindi uno spostamento automatico dell’attenzione verso la posizione consigliata dal cue periferico.

Iles, Walsh e Richardson (2000) hanno somministrato a normo-lettori e dislessici un compito di ricerca visiva e osservato prestazioni peggiori nel secondo gruppo di soggetti. Hanno posto l’accento sulla teoria magnocellulare, formulata per spiegare il fenomeno della dislessia in termini di deficit relativo al malfunzionamento degli strati magnocellulari del Nucleo Gnicolato Laterale (NGL), una struttura coinvolta nella visione. Secondo tale ipotesi eziopatogenetica, sembra possibile prevedere che deficit di questo tipo abbiano conseguenze dirette anche sui meccanismi non propriamente legati all’elaborazione visiva come l’attenzione visuo-spaziale e controllati dalle aree cerebrali alle quali giungono gli input del NGL magnocellulare. In questo senso Caldani e colleghi (2020) hanno dimostrato il miglioramento delle abilità di lettura di dislessici grazie ad un allenamento visuo-attentivo: il gruppo sperimentale, sottoposto a prove di lettura pre e post test, ha mostrato un incremento delle capacità oculomotorie dettato da un minor tempo di fissazione e un aumento di velocità nella lettura.

È possibile quindi che un training rivolto alle capacità visuo-spaziali possa avere un effetto positivo sulle nostre abilità di lettura? Il tentativo del progetto presentato in tale elaborato è proprio quello di fornire una risposta a questa domanda focalizzandosi in primo luogo su normo-lettori, con l’obiettivo però di poter investigare questi aspetti anche su persone che non leggono egualmente bene ai pari età (dalla letteratura anglosassone “Poor Readers”). Bhide, Power e Goswami (2013) hanno preso in considerazione il fatto che i bambini con scarse capacità di lettura mostrino una percezione del ritmo uditivo alterata e perdita del ritmo musicale, per programmare un intervento che potesse quindi favorire il trascinarsi ritmico alla base della lettura e

migliorare le abilità fonologiche. Gli autori hanno proposto al campione di partecipanti due attività differenti: alcuni eseguivano attraverso un software un training sulla lettura assistita di rime e sull'apprendimento di associazione fonema-grafema, mentre altri effettuavano una serie di esercizi dati ad esempio dal battere le mani e marciare seguendo il ritmo di una canzone, riprodurre il ritmo di un breve suono ascoltato o ancora cliccare la barra spaziatrice della tastiera simultaneamente allo scoccare di un metronomo. I risultati di questo studio hanno mostrato uno stesso livello di beneficio delle due tipologie di intervento nei confronti dell'alfabetizzazione, inoltre il guadagno è stato il medesimo per quanto riguarda in linea generale la lettura e potenziali errori nel post-test rispetto al pre-test. Altra chiave di lettura per i problemi di comprensione è data dall'approccio metacognitivo indagato da Castellana & Giacomantonio (2019). Gli autori hanno ideato un intervento didattico costituito da tre fasi, di cui quella pre-test di carattere diagnostico finalizzata alla rilevazione delle criticità dei soggetti studenti in compiti di comprensione del testo, una seconda volta all'insegnamento delle strategie di lettura e successiva valutazione tramite prova invalsi e un'ultima fase di post-test e follow up (dopo 1 anno dalla sperimentazione). Dallo studio è emerso che per il campione totale, così come per i soggetti definiti come poor readers dalla fase pre-test, la sperimentazione ha migliorato le prestazioni dei partecipanti. Ciò si è verificato in quanto, secondo Lumbelli (2009), la caratteristica peculiare dei cattivi lettori sarebbe legata all'incapacità di compiere una selezione delle informazioni più salienti per una corretta assimilazione del testo. Questi soggetti accumulano dunque un eccessivo numero di dati al momento della decodifica, da non riuscire a memorizzare adeguatamente il contenuto e ad analizzarlo.

Lo sguardo ai Poor Readers si ha infine tramite l'approccio del Reading Acceleration Program (RAP), un training di lettura silente computerizzato che ha lo scopo principale di incrementare la fluency dei soggetti deficitari. Esso si basa su due criteri: un vincolo temporale correlato inizialmente al livello di velocità personale e l'incremento graduale dello stesso che favorisce l'abilità di discriminazione percettiva e quindi l'accuratezza delle risposte fornite. Horowitz-Kraus et al. (2014) hanno eseguito su soggetti dislessici e non prove di valutazione pre-test di vario genere in modo da poterli distinguere in gruppo sperimentale e non. Poi hanno sottoposto parte del campione al RAP per quattro settimane, durante le quali i partecipanti avevano il compito di leggere le frasi proiettate

sullo schermo seguendo un ritmo predeterminato e di rispondere correttamente a domande di comprensione relative al materiale presentato. La frase scompariva attraverso un mascheramento progressivo che avveniva a velocità variabile, calcolata in base alle potenzialità della persona: dopo un preciso slot di risposte corrette consecutive si riduceva il tempo di presentazione di ogni lettera. I risultati dello studio mostrano, grazie all'intervento descritto, una globale diminuzione del tempo medio necessario ad ogni soggetto con dislessia per la lettura di ogni sillaba e un parallelo incremento del grado di accuratezza delle risposte: la lettura lenta renderebbe più difficile la percezione della somiglianza tra la sillaba presentata e un suono conosciuto e quindi più critico il processo di risposta ai quesiti di comprensione soprattutto nei soggetti che hanno la tendenza a compiere distorsioni nella lettura di suoni.

Il protocollo sperimentale proposto in questo elaborato si pone allora come obiettivo quello di studiare un nuovo trattamento potenzialmente rivolto al campione di popolazione precedentemente descritto e che si basa su un classico paradigma di ricerca visiva costituito da stimoli Gabor patch (filtri di distribuzioni di luminanza con differente frequenza ed orientamento) e 3 varianti di difficoltà. Queste ultime offrono la possibilità di comprendere se ci sia un effetto diverso a seconda del compito proposto o se invece in linea generale solo l'allenamento quotidiano sia un fattore determinante. Saranno meglio illustrati obiettivi e risultati di questo studio sperimentale con uno sguardo particolare ai cambiamenti indotti da tali training di ricerca visiva.

IL SISTEMA VISIVO

Il sistema visivo rappresenta uno dei sistemi fondamentali dell'organismo umano, in quanto la vista è il principale senso tramite cui è possibile orientarsi nell'ambiente e raccogliere le molteplici informazioni provenienti da questo. Tale sistema non agisce però in modo passivo, come se eseguisse uno scatto fotografico, ma opera trasformando gli input esterni che giungono all'occhio umano in stimoli nervosi che, circolando nelle diverse aree cerebrali, diventano percetti complessi. Non si occupa di elaborare solamente le variazioni repentine di illuminazione, ma tiene conto anche di ulteriori aspetti: forma, colore e movimento. Si tratta a tal proposito di un prezioso mezzo di conoscenza del mondo che ci circonda, costituito da innumerevoli componenti essenziali. In tal senso entrano in gioco alcune categorie di cellule che si distribuiscono nelle varie aree della retina, caratterizzate da diverse funzioni simultanee e in gran parte collegate al Nucleo Genicolato Laterale (NGL). Esso è una struttura interna al talamo formata da 6 strati principali, di cui i due più profondi accolgono le "Cellule M" o Magnocellulari, che presentano un'estesa ramificazione dendritica e rispondono bene a stimoli di grandi dimensioni. Queste si attivano nell'analisi delle caratteristiche grossolane degli stimoli luminosi: movimento e relazione spaziale in aggiunta ad informazioni quali sensibilità ai contrasti di luminanza, frequenza spaziale e temporale. Al contrario le "Cellule P" o Parvocellulari, sono invece deputate all'analisi dei dettagli dell'immagine e la loro funzione è nello specifico legata all'elaborazione di forma e colore. Ma come arrivano tutte queste informazioni al nostro cervello?

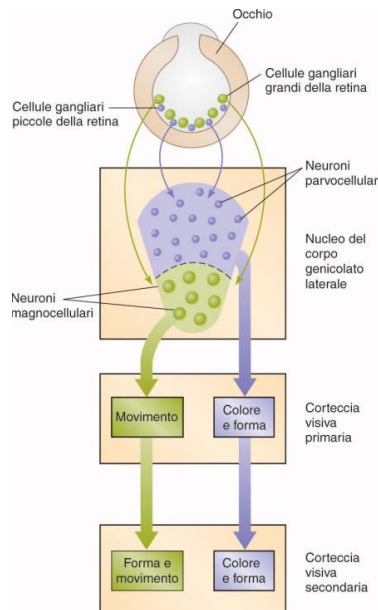


Figura 1: Via retino-reticolo-striata

Vie Visive: i binari cerebrali

Le stazioni dell'elaborazione visiva sono organizzate, secondo l'ipotesi delle due correnti proposta da Ungerleider e Miskin in due vie parallele anatomico-funzionali principali:

- 1) Via Dorsale, chiamata anche "Where Pathway"
- 2) Via Ventrale o "What Pathway"

L'identificazione dell'oggetto che stiamo osservando è una funzione espletata quindi in due canali anatomici differenti ma correlati tra loro e seguono il primo un percorso occipito-parietale (via magnocellulare) e il secondo quello occipito-temporale (via parvocellulare). Inoltre, come facilmente deducibile dal nome, la prima via è coinvolta nel riconoscimento del contesto spaziale e della localizzazione dello stimolo, nel suo orientamento, nella relazione tra le sue diverse componenti, nella percezione del movimento e nell'attenzione spaziale. La seconda invece consente la trasmissione di informazioni relative a qualità intrinseche degli oggetti, è associata al riconoscimento e alla rappresentazione di questi ed è quindi coinvolta nella costruzione del sistema di memoria a lungo termine.

Nonostante il loro differente ruolo, convergono entrambe a livello della Corteccia Visiva Primaria V1, posizionata nel lobo occipitale del nostro cervello. Essa rappresenta la principale sede di afferenze nervose ed è costituita da centinaia di neuroni che si distribuiscono in specifiche zone a seconda delle loro caratteristiche peculiari. L'idea è che cellule che nella retina sono tra loro vicine, inviano input a zone limitrofe di V1 e così si viene a creare una vera e propria mappatura retinotopica: la realtà è proiettata sulla retina e riprodotta a livello della Corteccia Visiva Primaria. Altra caratteristica fondamentale è quella per cui i gruppi di neuroni qui presenti, in base alla dominanza oculare e all'orientamento di un oggetto esterno, si attivano contemporaneamente in modo selettivo e vanno a formare delle strutture chiamate "Colonne Corticali".

A questo punto l'input visivo trasformato in stimolo nervoso attraversa passi successivi che permettono di compiere un'elaborazione più ampia di quanto osservato e dar vita ad un vero e proprio percepito. Ciò è possibile grazie alle Cortecce Extra-striate o Cortecce secondarie.

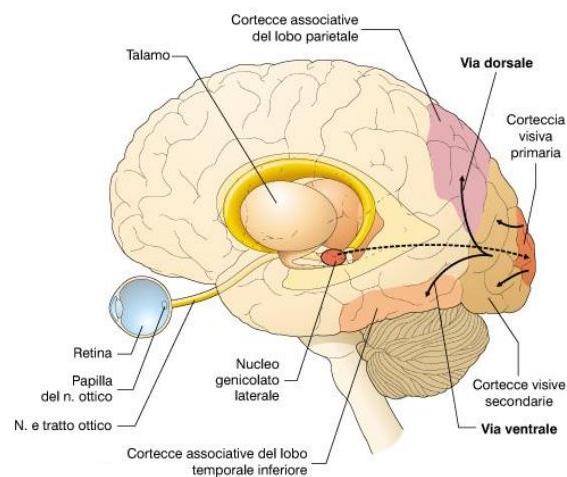


Figura 2: percorsi dell'informazione visiva

I processi visivi nella lettura: il ruolo della via Magnocellulare

La lettura è un'attività che richiede abilità da parte di un certo numero di meccanismi relativi alla visione. In che modo il sistema magnocellulare interviene nel monitoraggio di questi? Una possibile relazione è stata scoperta tramite delle ricerche condotte per analizzare gli aspetti riconducibili alle regioni cerebrali in cui proietta tale via: il controllo dei movimenti oculari e l'attenzione visuo-spaziale.

La comprensione del processo di riconoscimento della parola visiva alla base della lettura è possibile grazie alla tecnica dei movimenti oculari. Questi sono definiti anche saccadici o “balistici” in quanto, una volta iniziati, la loro traiettoria non viene modificata ma è rivolta al medesimo bersaglio. Hanno la peculiarità di essere improvvisi, molto rapidi e saltatori, infatti impiegano 150-200 ms per essere pianificati ed effettuati e permettono di portare un oggetto di interesse dell'ambiente esterno nella regione centrale dell'organo visivo per eccellenza: l'occhio e la sua fovea. È proprio questa specifica porzione a favorire la successiva percezione dettagliata delle lettere e il meccanismo di riconoscimento durante la lettura. Tra una saccade e l'altra gli occhi si concentrano sull'oggetto di interesse per un periodo di tempo variabile attorno ai 300 ms, chiamato fissazione. Una sequenza di più fasi consecutive di questo tipo dà luogo ad un'immagine unitaria e stabile del materiale osservato, motivo per cui le ricerche sui movimenti oculari utilizzano come unità di misura proprio la durata di fissazione. Il ruolo della via magnocellulare è stato in questo senso indagato nel modello proposto da Morrison nel 1984 e analizzato in dettaglio da Boden e Giaschi nel 2007. Vengono prese in considerazione sei potenziali ipotesi di ciò che potrebbe accadere durante una normale attività di lettura a causa di deficit al canale M, partendo dal presupposto per cui la tipica prestazione prevede il fatto che nel momento della fissazione di una parola l'attenzione si trovi nella stessa posizione verso cui puntano gli occhi per analizzare nel dettaglio il target N ma allo stesso tempo ha luogo un processo di “Previsione Parafoveale”. Questo consiste nel fatto che si ha una pre-elaborazione della parola vicina al bersaglio (N+1), senza l'effettivo spostamento dello sguardo e in grado di concedere l'estrazione dell'informazione, di programmare ed eseguire il movimento oculare. Tra le sei ipotesi descritte emergono sicuramente due aspetti: il rischio di incorrere in difficoltà legate all'identificazione della posizione delle lettere e alla percezione della corretta sequenza di queste all'interno di una parola con conseguente

lettura sbagliata. Tale aspetto è totalmente caratterizzante i casi di dislessia che mostrano, come suggerisce l'ipotesi magnocellulare di Stein, criticità nel controllo del movimento oculare causando la formazione di immagini offuscate e movimentate. Queste generano problematicità nel riconoscimento dell'ordine di presentazione delle lettere soprattutto in presenza di termini complessi e grafemi simili e quindi scarse performance. Evidenze anatomiche si hanno avute grazie allo studio di cervelli di soggetti dislessici post mortem, da cui è stato possibile osservare il fatto che essi presentavano neuroni più piccoli nella parte sinistra del NGL e nel percorso visivo costituito da cellule M con tali anomalie. Altra ipotesi del modello di Morrison è quella che, rifacendosi a Stein, afferma la rilevanza di deficit oculo-motori. Questo è stato dimostrato da Biscaldi, Fischer & Hartnegg (2000) attraverso un esperimento somministrato ad un gruppo di bambini dislessici di un'età tra i 7 e i 17 anni. Questi, a seconda della condizione, erano tenuti a compiere un movimento saccadico verso lo stimolo o nella direzione opposta ed è stata riscontrata un'evidente difficoltà nel secondo tipo di compito sulla base degli errori commessi e circa 1,5 deviazioni standard al di sotto della media dei partecipanti di controllo.

Un corretto processo di lettura presuppone inoltre la capacità di selezionare una specifica porzione del campo visivo, in modo da applicare un filtro e porre così l'accento sulle informazioni esterne più rilevanti. Si parla in questo senso del meccanismo dell'attenzione visuo-spaziale. Essa è centrale sia nei processi di acquisizione della capacità di lettura sia nella pratica effettiva in quanto, nel ricercare una corrispondenza tra il grafema e il relativo fonema è innanzitutto essenziale avere una visione globale della parola per poi focalizzare l'attenzione sulla prima parte della stessa. Il ruolo dell'attenzione è stato indagato in numerosi studi sfruttando il paradigma sperimentale del cue, ovvero un indizio che permette di direzionare le proprie risorse attentive verso uno stimolo bersaglio. Facoetti et al. (2001) hanno sottoposto un campione di bambini dislessici e di normo-lettori a due condizioni sperimentali: orientamento esogeno ed endogeno a seconda che la cattura dell'attenzione sia innescata da eventi esterni e quindi avvenga in modo automatico, oppure dalla nostra volontà. In particolare il cue esogeno consisteva nel rendere più visibile una delle due regioni periferiche, nella quale sarebbe comparso o meno il bersaglio. L'altro invece era una freccia centrale che indicava al soggetto la direzione in cui dover spostare l'attenzione

pur tenendo gli occhi fissi sul centro. In entrambi i casi gli autori misuravano il tempo impiegato per la detezione dello stimolo target. I risultati mostrano che nella prima condizione sperimentale era evidente nei dislessici un'asimmetria nell'effetto del cue tra il campo visivo destro e sinistro con un effetto maggiore nel secondo, mentre nei normo-lettori non c'erano differenze. Nella seconda condizione l'effetto del cue era presente per entrambi i gruppi di soggetti senza distinzioni tra i due lati del campo visivo ma, nel caso in cui l'indizio era invalido e quindi non indicava la posizione corretta, i bambini dislessici rispondevano significativamente più lentamente al bersaglio se esso appariva a sinistra piuttosto che a destra. Ciò è stato interpretato ipotizzando un possibile deficit nella corteccia parietale destra. Un altro studio è quello eseguito da Casco, Tressoldi & Dellantonio (1998), grazie al quale è stato possibile notare il legame tra le capacità attentive e le abilità di lettura. Un campione di soggetti è stato suddiviso in quattro gruppi sulla base della performance in un compito di ricerca, dove era necessario identificare la lettera target in uno sfondo di altri elementi linguistici. Gli esiti della ricerca mostrano delle scarse prestazioni in bambini caratterizzati da un ritmo di lettura molto lento e da un numero particolarmente elevato di errori visivi durante una semplice attività di lettura, rispetto a soggetti con una buona performance. Essendo che il compito di ricerca coinvolge inevitabilmente il sistema di attenzione selettiva, è doveroso affermare un ruolo centrale di quest'ultimo e l'influenza di possibili deficit correlati a problematiche che i dislessici presentano a livello della via magnocellulare.

Le capacità visuo-spaziali secondo Scheiman e Wick (2002) permettono anche di cogliere le relazioni spaziali tra le diverse componenti di uno stimolo e quindi di riconoscere ad esempio l'orientamento delle singole lettere costituenti una parola: tale aspetto è largamente deficitario nei Poor Readers, i quali presentano gravi difficoltà nella distinzione di lettere apparentemente simili da un punto di vista grafico (p e b) con conseguente scorrettezza nella lettura di sequenze linguistiche.

APPRENDIMENTO PERCETTIVO

L'Apprendimento Percettivo (Perceptual Learning, PL) è definito da Lu e colleghi (2011) come quel fenomeno per cui una pratica ripetuta e una lunga esposizione agli stimoli determinano un miglioramento nell'utilizzo delle capacità percettive e nelle prestazioni in esercizi legati a tali abilità. È estendibile a tutte le modalità sensoriali e quindi centrale anche per il nostro sistema visivo. È ampio il contesto storico-letterario relativo alle ricerche condotte in tale ambito, molte delle quali prendono in analisi più aspetti della visione (training neurovisivi). Ad esempio Green & Bavelier (2003) indagano l'influenza di un training continuativo dato dai video-game in un campione sessualmente eterogeneo di giocatori assidui e non. Nel loro studio quindi decidono di sottoporre i partecipanti a quattro differenti esperimenti relativi all'attenzione visuo-spaziale, alla capacità di identificare correttamente la localizzazione degli stimoli e ad ulteriori aspetti simili. In particolare nel primo compito veniva richiesto di riconoscere la figura inserita in un anello senza farsi distrarre da altri stimoli proiettati in situazioni più o meno complesse. In un secondo esercizio si chiedeva invece di enumerare i target presentati in un brevissimo arco temporale. Nella terza attività si doveva indicare il raggio lungo il quale era comparso lo stimolo bersaglio e infine c'era un compito in cui il soggetto era tenuto a riconoscere la lettera bianca distinta dalle restanti nere e affermare se successivamente fosse stata proiettata anche una "x" o meno. In linea generale si sono osservate delle prestazioni migliori da parte dei soggetti che negli ultimi sei mesi avevano giocato minimo 1 ora per 4 giorni a settimana. L'apprendimento percettivo viene applicato però anche come forma di trattamento riabilitativo: Zhou & colleghi (2006) lo utilizzano con soggetti caratterizzati da ambliopia ansiometropica, ovvero un disturbo dello sviluppo che determina una diversa focalizzazione dell'immagine retinica dei due occhi. Gli autori hanno suddiviso i partecipanti in tre gruppi e assegnato loro un compito, sottoponendoli tutti a tre fasi di ricerca (pre-training di 2 giorni; training di un intervallo tra 9 e 19 giorni e post-training di 2 giorni). Il primo gruppo osservava dei reticoli di luminanza sinusoidale presentati all'occhio deficitario con frequenza spaziale correlata alle potenzialità pre misurate dei soggetti. Il secondo gruppo doveva compiere un'attività di detezione dello stesso tipo di

stimolo nell'intero range di frequenze spaziali, mentre il terzo era costituito da soggetti di controllo. I risultati hanno mostrato un incremento notevole di sensibilità al contrasto e di acuità visiva, peculiarità mancanti in questi casi clinici, sia nel primo che nel secondo gruppo.

Plasticità Cerebrale: le basi neurali dell'apprendimento percettivo

L'esperienza attiva di percezione gioca un ruolo centrale nei meccanismi cerebrali legati alla visione. Essa comporta infatti delle variazioni che hanno luogo in tutte le aree visive del cervello sia a livello strutturale che funzionale e che vengono definite tecnicamente Plasticità Neuronale o Neuroplasticità. In linea generale si parla quindi di processi che consentono al sistema nervoso e di conseguenza all'intero organismo di reagire in modo consono agli stimoli provenienti dall'esterno.

L'esperienza di apprendimento percettivo è una forma di acquisizione inconsapevole di abilità attraverso una pratica continua e include una serie di cambiamenti che avvengono in maniera diffusa nella corteccia cerebrale e interessano così le principali funzioni corticali nel corso della vita. Questo si riscontra in un semplicissimo studio condotto da Malacarne già alla fine del XIX secolo, nel quale si provava ad osservare la dinamicità dell'encefalo. L'autore addestrava un solo animale per coppie di cucciolate, privando il rimanente soggetto di qualunque stimolo ambientale, poi uccideva gli animali e confrontava i rispettivi cervelli. Si è visto che effettivamente solamente i soggetti sottoposti all'allenamento presentavano strutture cerebrali maggiormente sviluppate. Ciò che accade precisamente a livello microscopico è descritto dallo psicologo americano Donald Hebb, che si riferisce al concetto di Sincronizzazione. Esso prevede il fatto che quando due neuroni sono attivati nel medesimo momento in risposta ad un determinato stimolo esterno, producono una scarica elettrica simultanea e la loro connessione si rinforza. Così nel tempo si vengono a creare delle reti neurali, che implicano la modifica della conformazione cerebrale dato dall'aumento del numero di sinapsi o dall'assottigliamento della spina dendritica (trasmissione più rapida del segnale) o ancora da un maggior rilascio di messaggeri da parte della cellula pre-sinaptica. Come ricordano Gilbert, Li e Piech (2009) la neuroplasticità può essere a breve o a lungo termine, per cui per esempio il riconoscimento di un oggetto non è

possibile in seguito ad una singola esposizione allo stesso, ma è opportuna una ripetuta co-attivazione dei neuroni e il successivo incremento delle connessioni tra questi in modo che diventino durature.

Un'ulteriore peculiarità dell'apprendimento percettivo è data dalla specificità, concetto per cui si ha una selezione delle informazioni esterne alle quali i neuroni rispondono tramite la scarica di un impulso nervoso. Karni e Sagi (1991) hanno ideato una ricerca in cui ai partecipanti viene chiesto di discriminare e definire l'orientamento dei tre elementi target (configurazione di brevi segmenti) rispetto ad uno sfondo di tessitura uniforme (verticale o orizzontale). Gli autori hanno notato che la velocità di risposta dei soggetti aumentava gradualmente con il crescere del numero di sessioni di esercizio effettuate ma, se si veniva ritestati con lo stesso stimolo presentato in un quadrante diverso da quello del training oppure se gli elementi dello sfondo venivano ruotati di 90°, l'effetto dell'apprendimento scompariva. Sowden, Rose e Davies (2002) hanno invece sottoposto un campione di soggetti a due esperimenti, con l'intento di verificare l'influenza di un allenamento di 10 giorni sulle capacità di detezione del contrasto luminoso. Durante il training vero e proprio i partecipanti erano tenuti a premere un pulsante per indicare una delle tre posizioni prescelte rispetto al punto centrale di fissazione in cui sarebbe stato proiettato lo stimolo bersaglio (reticolo di luminosità sinusoidale) secondo loro. I risultati hanno mostrato un miglioramento delle soglie di sensibilità al contrasto relativamente agli stimoli presentati in una fase pre-training correlato al fatto di aver eseguito il training.

Apprendimento percettivo e lettura

La plasticità neurale alla base dell'apprendimento percettivo è strettamente connessa al processo di lettura e di riconoscimento di stimoli complessi, quali le lettere. Ciò è stato dimostrato da Mishkin e Forgays (1952) i quali, partendo dall'ipotesi per cui abituandosi alla lettura si modifica il modo in cui viene percepito il materiale trascritto, hanno effettuato una ricerca per indagare i meccanismi cerebrali in atto. Hanno quindi confrontato le prestazioni dei soggetti in compiti di riconoscimento della lingua inglese e di una lingua germanica che venivano lette rispettivamente da sinistra a destra la prima e nel verso opposto la seconda. Si è visto che le persone di madrelingua inglese

che avevano un'esperienza moderata con la lingua germanica, riconoscevano meglio le parole britanniche presentate nel campo visivo destro. Al contrario le parole nell'altra lingua erano riconosciute se proiettate nel campo visivo sinistro. Da tale studio si è dedotto che un'organizzazione neurale più efficiente aveva luogo nell'emisfero corrispondente alle zone in cui avvenivano i meccanismi di apprendimento specifici per la lettura di queste due lingue. Inoltre Nazir (2004) ha voluto testare l'ipotesi per cui l'effetto dell'apprendimento relativo alla lettura sia direttamente interessato alla percezione di parole ma non di termini non familiari. L'autore ha costruito un disegno sperimentale che prevedeva la presentazione randomica di 40 parole o non parole formate da stringhe di 4 lettere sullo schermo di un computer. Venivano proiettate in modo tale che l'occhio si focalizzasse su uno dei 4 punti di fissazione dello stimolo e i soggetti, dopo la proiezione di un'immagine di mascheramento, erano tenuti a decidere se si trattasse o meno di una parola. È emerso un legame tra la correttezza nell'esecuzione del compito, la velocità e la posizione dello sguardo nel caso di parole in particolare per quanto riguarda le posizioni retiniche maggiormente utilizzate durante la lettura naturale e un effetto nullo per le non parole.

Gori e Facoetti (2014) hanno osservato che l'apprendimento percettivo può essere utile anche per il trattamento della dislessia e dei deficit di lettura che la riguardano. In particolare gli autori si sono rivolti a studi precedenti attraverso cui è stato possibile osservare l'effetto benefico per i dislessici dei videogiochi di azione nei confronti delle abilità di lettura grazie al diretto intervento sulle capacità visuo-spaziali e attentive. Hanno allora creato un nuovo training percettivo che permettesse di comprenderne le basi neurali e di evidenziare in particolare il ruolo della via magnocellulare come area maggiormente coinvolta nel gioco descritto e quindi potenziale fattore determinante delle prestazioni in compiti di lettura.

Infine Chouake e colleghi (2012) hanno eseguito un lavoro per verificare che un'attività ripetuta che coinvolgesse la via dorsale potesse migliorare la lettura dei soggetti tramite il potenziamento delle connessioni neurali. Due gruppi di normo lettori sono stati sottoposti a due diversi compiti: il primo implicava il fatto di rilevare il movimento degli stimoli bersaglio, mentre nel secondo si compiva una detezione di un reticolo. Entrambe le forme di allenamento hanno portato risultati positivi nelle attività di decisione lessicale somministrate pre e post training, ma solo nel primo caso si aveva un

chiaro miglioramento dell'accuratezza e del tempo di esecuzione: un compito semplice che incide su un compito complesso come la lettura (processo di generalizzazione dell'apprendimento).

Training di Ricerca Visiva: una tipologia di apprendimento percettivo

La ricerca visiva è in realtà un'attività quotidiana nella vita dell'uomo, che è costantemente bombardato da stimoli ambientali, tra i quali deve compiere una selezione in base all'elemento di interesse. Essa prevede il coinvolgimento del nostro sistema visivo, a partire dal controllo oculomotorio, dall'allocazione delle risorse attentive alle strategie decisionali. Da un punto di vista sperimentale ciò si traduce in training in cui si chiede al soggetto di identificare la presenza o meno di uno "stimolo bersaglio" all'interno di un insieme di elementi distrattori proiettati nell'immagine dello schermo. Nell'analisi dei risultati emersi dai principali studi di ricerca visiva, si è posto principalmente l'accento sul concetto di "Retta di Pendenza (*Search Slope*), data dal tempo medio di reazione al target, per cui se l'inclinazione è vicina allo zero equivale a dire che la ricerca ha avuto successo altrimenti no.

UN NUOVO TRAINING DI RICERCA VISIVA

3.1 Ipotesi Sperimentali

Vengono ora illustrate le ipotesi che sono state formulate come punto di partenza per la ricerca condotta e illustrata in tale elaborato. La principale è sicuramente quella costruita sul fatto che potrebbe esistere, come suggerito in letteratura, un legame tra le capacità visuo-spaziali e quelle di lettura, per cui si vuole testare se, attraverso un allenamento prolungato di ricerca visiva che sfrutta le abilità visuo-spaziali, si possa ottenere un miglioramento nella lettura. Avendo in mente tale obiettivo, ci si è rivolti così ad un campione di normo-lettori (soggetti che non presentano specifici deficit nel leggere) somministrando loro differenti categorie di esercizio. In questo modo, attraverso un processo secondario di analisi dei dati, si potrebbe osservare l'influenza e il grado con cui ogni singola attività di training può avere effetto sulle competenze di interesse.

La prima idea avanzata è relativa quindi innanzitutto al fatto che un allenamento quotidiano (durata complessiva di 9 giorni) vada a beneficiare la performance dei partecipanti e che ciò possa essere rilevato in termini di tempi di reazione e livello di accuratezza. In secondo luogo ci si domanda se il fattore della specifica classe di compito e lo stimolo target che lo caratterizza e che presenta alcune peculiarità, sia determinante nel definire l'effetto di miglioramento delle abilità di lettura. Occorre dunque comprendere il legame che potenzialmente vige tra il livello di difficoltà dell'esercizio e i risultati ottenuti nelle prove post-test rispetto a quelle pre-test. Si ritiene in questo senso che una maggiore complessità connessa ad una più elevata richiesta di utilizzo delle proprie capacità visuo-spaziali, abbia come diretta conseguenza il fatto che ci sia un chiaro incremento delle abilità di lettura. D'altra parte un esercizio più semplice in termini di stimoli target da dover individuare (nel nostro caso il compito di orientation), nonché più breve, potrebbe non restituire un miglioramento o addirittura implicare un peggioramento. Inoltre una distinzione tra stimoli target presentati singolarmente e quelli costituiti da una certa configurazione di raggruppamento, ideati su ispirazione di studi precedenti, consentirebbe di controllare se anche tale aspetto porta a delle differenze di prestazione nei soggetti.

Un'ulteriore ipotesi, che permette di cominciare ad aprire le strade al futuro, è quella costruita sul fatto che tale proposta di ricerca potrebbe fungere da studio pilota ed essere estesa successivamente ad un campione di Poor Readers. Nella letteratura anglosassone questi vengono chiamati anche Poor Comprehenders, dalla cui espressione è possibile dedurre il fatto che si tratti di soggetti con difficoltà nell'ambito della lettura e della comprensione del testo. Deviano dai propri pari di 1.5 deviazione standard, mostrando ad esempio tali problematicità: la scomposizione delle parole in singole lettere prima di pronunciarle o ancora la lettura dei termini a prescindere dal contesto di utilizzo, che inevitabilmente li distaccano dagli aspetti comuni ai soggetti della stessa età e comportano la perdita graduale di fiducia in sé stessi.

Sarebbe interessante indagare se l'allenamento di ricerca visiva possa essere sfruttato come strumento di analisi e di potenziale beneficio delle capacità di lettura di questi soggetti, per natura deficitari nella lettura.

3.2 Materiali e Metodi

3.2.1 Partecipanti

Sono stati prescelti per questa ricerca 29 partecipanti normo-lettori, con acuità visiva nella norma o corretta tramite occhiali se necessario. Il progetto sperimentale, prima di essere avviato, è stato esaminato ed approvato dal Comitato Etico della Ricerca Psicologica presso l'Università degli Studi di Padova (protocollo n. 4485) e si è svolto conformemente a quanto riportato nella Dichiarazione di Helsinki. È stato ottenuto in partenza il consenso informato alla partecipazione e al trattamento dei dati personali da parte di tutte le persone coinvolte, in modo tale da poter procedere liberamente.

3.2.2 Materiale

Gli strumenti da noi utilizzati per l'esecuzione delle prove di lettura provengono rispettivamente dalla batteria per la valutazione del DSA (Disturbi Specifici di Apprendimento) di Dislessia, di Disortografia Evolutiva DDE-2 (Sartori, Job & Tressoldi, 1995, 2007) e delle abilità di lettura DLC (Caldarola, Perini & Cornoldi, 2012). Per quanto riguarda il training di ricerca visiva invece, esso ha implicato

un'esecuzione computerizzata tramite il download dell'apposito software attraverso la piattaforma Matlab Runtime R2017b (9.3).

3.2.3 Test e stimoli

In merito al materiale scelto, la prova 2 e la prova 3 sono approvate entrambe dall'Associazione Italiana Dislessia (AID) per la costruzione del protocollo diagnostico e trattamento relativo ai disturbi di apprendimento. In particolare esse si occupano rispettivamente di valutare il tempo e l'eventuale presenza di errori nella lettura di parole, che il soggetto è tenuto ad enunciare il più velocemente possibile nel caso della prova 2, mentre la prova 3 mostra dei termini caratterizzati dall'accostamento di sillabe casuali e quindi privi di significato. Lo scopo finale è però in entrambi i casi quello di analizzare la velocità e il grado di accuratezza con cui vengono eseguite le prove. La prova DLC è invece costituita da un elenco di parole e non parole distribuite in maniera del tutto casuale e di pari numero (60). Il compito è quello di leggere a mente la lista segnando con una crocetta i termini considerati inventati, al fine di valutare il tempo impiegato per la lettura, le risposte corrette (riconoscimento delle non parole), i falsi positivi (parole segnate erroneamente come non parole) ed omissioni (non parole non segnate). Data la loro natura, esse si distinguono per la loro frequenza d'uso per cui, un eventuale errore nel ritenere una parola come non parola, si può considerare dovuta ad una lettura scorretta e non al fatto che essa sia stata letta appropriatamente ma risulti essere sconosciuta.

Il training di ricerca visiva è realizzato attraverso particolari stimoli Gabor Patch, costituiti da reticoli sinusoidali di luminanza e modulati con involucri gaussiani. Sono molto adeguati all'analisi dell'attività visiva perché sembra sussistere uno stretto legame in ambito biologico tra funzioni elementari che descrivono i filtri Gabor e processi che avvengono a livello neuronale nella corteccia visiva primaria.

3.2.4 Procedura

Essa è costituita da tre fasi principali: nella prima, definita come pre-test, lo sperimentatore sottopone il partecipante ad una precoce valutazione delle proprie

capacità di lettura. Tramite un cronometro viene quindi misurato il tempo impiegato per la lettura del materiale presentato (parole o non parole) e si colgono potenziali errori cercando di definirne la tipologia (possono riguardare uno scambio di lettere, la ripetizione di sillabe, l'aggiunta o la sottrazione di lettere etc). L'obiettivo è quello di farsi un'idea riguardo il livello di partenza del soggetto, in modo che in un secondo momento si possa fare un confronto con quello finale. Abbiamo poi una fase intermedia in cui al soggetto viene somministrato una particolare versione di compito di ricerca visiva, assegnatagli casualmente. Si tratta di eseguire quotidianamente, per una durata totale di 9 giorni consecutivi, un'attività di identificazione dello "stimolo bersaglio" che potrebbe essere presente o meno all'interno di un'immagine proiettata sullo schermo del computer personale. L'aspetto confondente riguarda il fatto che siano presenti anche o solo degli "stimoli distrattori", simili al bersaglio in quanto a caratteristiche macroscopiche e quindi facilmente identificabili erroneamente come target.

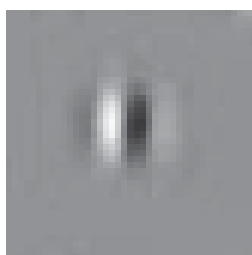


Figura 1: esempio di stimolo Gabor patch

Le versioni del training sono 3 e si differenziano in quanto a tempistiche richieste e quindi complessità del compito, sulla base delle peculiarità dello stimolo da dover ricercare all'interno del pool proposto. Esse sono state chiamate:

- 1) Compito di Orientazione
- 2) Compito di Configurazione
- 3) Compito di Fase

Versione "*Orientation*"

Essa prevede la proiezione di un'immagine in cui sono distribuiti stimoli Gabor caratterizzati da una frequenza spaziale di 5 cicli per grado e un contrasto del 95%, tra i

quali deve essere riconosciuto l'elemento target. Questo, a differenza dei distrattori, presenta una posizione perpendicolare a quella dei primi, che consente un'individuazione immediata da parte del soggetto. La durata complessiva del compito equivale a 30 minuti, in cui viene chiesto di compiere un'elaborazione simultanea delle caratteristiche di tutti gli elementi osservati e ciò determina il fatto che il tempo di reazione nell'esecuzione del compito sia lo stesso a prescindere dal numero di distrattori.

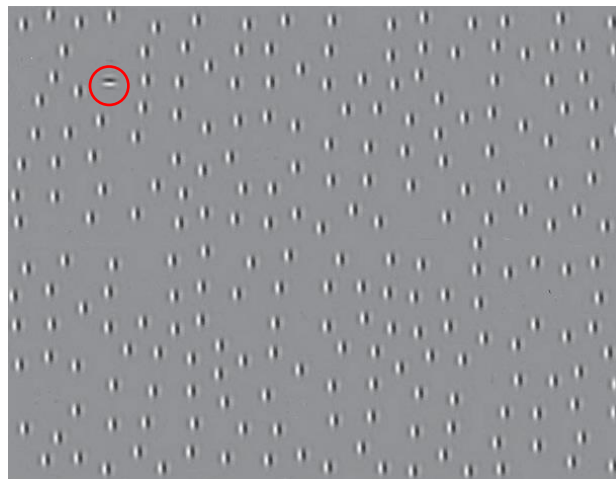


Figura 2(a): stimolo target con differente orientazione (ortogonale) presente in alto a sinistra

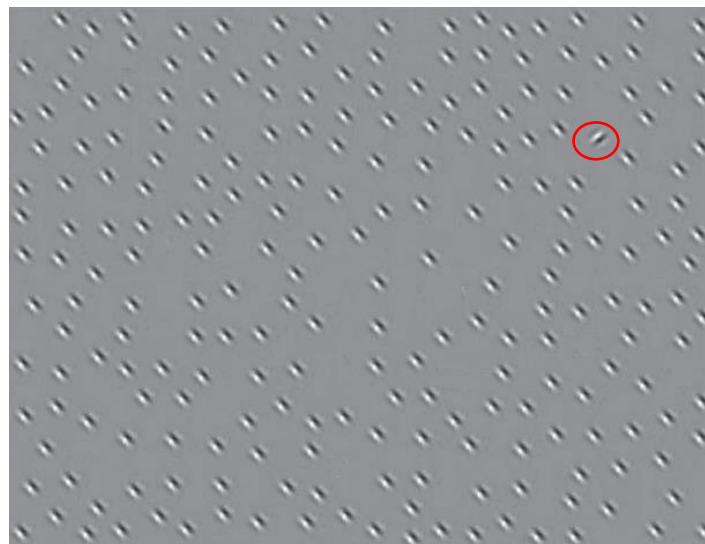


Figura 2(b): stimolo target con differente orientazione (ortogonale) presente in alto a destra

Versione “*Configuration*”

È la seconda variante in termini di durata complessiva equivalente a ca. 40 minuti e di conseguenza difficoltà degli stimoli presentati. Questi ultimi hanno una frequenza spaziale di 5 cicli per grado e un contrasto del 95% e il target è costituito da una serie di elementi che si distribuiscono nell’immagine proiettata a formare una sorta di cerchio. Questa tipologia di compito prevede in questo senso un raggruppamento di stimoli, studiato da autori in precedenza, i quali sostengono che la prestazione relativa ad un compito di integrazione del contorno, volto a formare un percetto globale, sia inferiore nei soggetti analfabeti che in quelli di controllo o ex analfabeti. Ciò conduce ad ipotizzare un potenziale legame tra le nostre abilità di lettura e i meccanismi neurali relativi all’integrazione di singole caratteristiche di un oggetto e quindi porta a chiedersi se il fatto di eseguire suddetto compito di ricerca visiva per un periodo di tempo abbia un effetto positivo nella lettura o non sia così determinante.

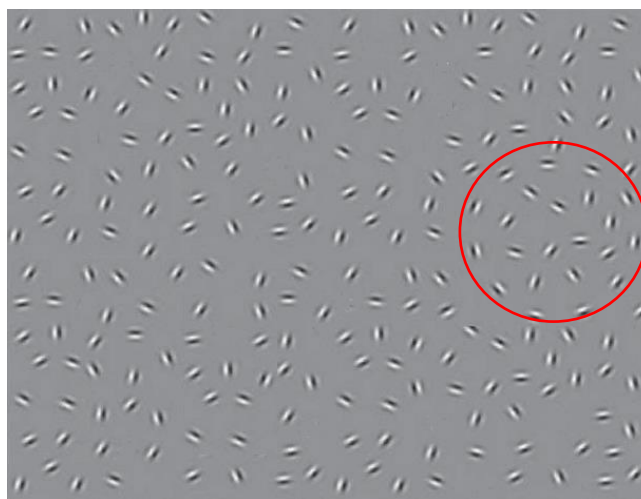


Figura 3(a): stimolo target disposto in configurazione circolare presente al centro a destra

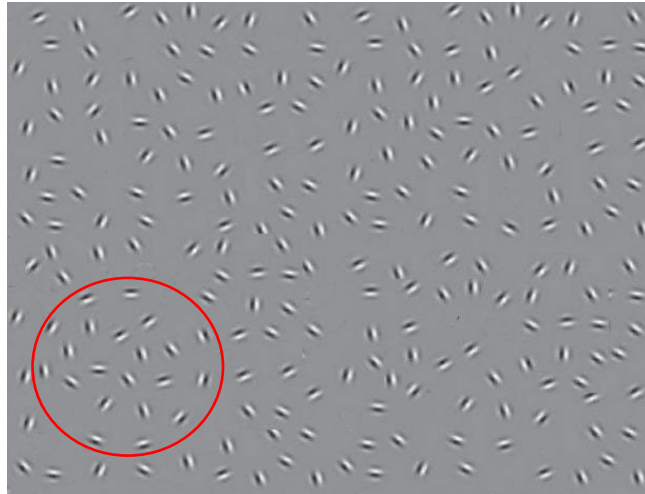


Figura 3(b): stimolo target disposto in configurazione circolare presente in basso a sinistra

Versione “Phase”

Qui gli stimoli Gabor presentano le medesime caratteristiche sopra citate (frequenza spaziale di 5 cicli per grado e contrasto del 95%) ma il target ha la peculiarità di essere costituito da una fase opposta: a differenza dei distrattori il bersaglio ha dunque un’inversione dei colori bianco e nero che vanno a formare lo stimolo e in questo senso risultano proiettati in posizione contraria. La durata complessiva di questo compito è di ca. 90 minuti e prevede un processo di riconoscimento più complesso e lento, dato da un’elaborazione seriale e quindi da un focus attentivo che consideri gli elementi singolarmente.

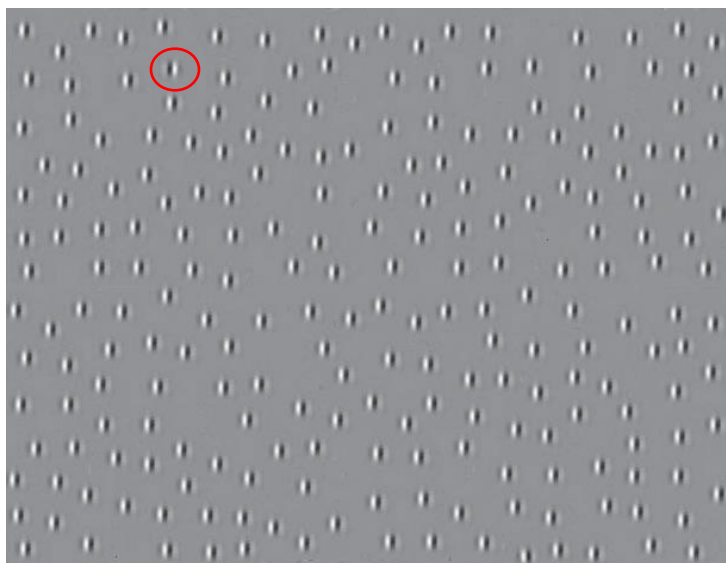


Figura 4(a): Stimolo target con fase invertita (colori opposti) presente in alto a destra

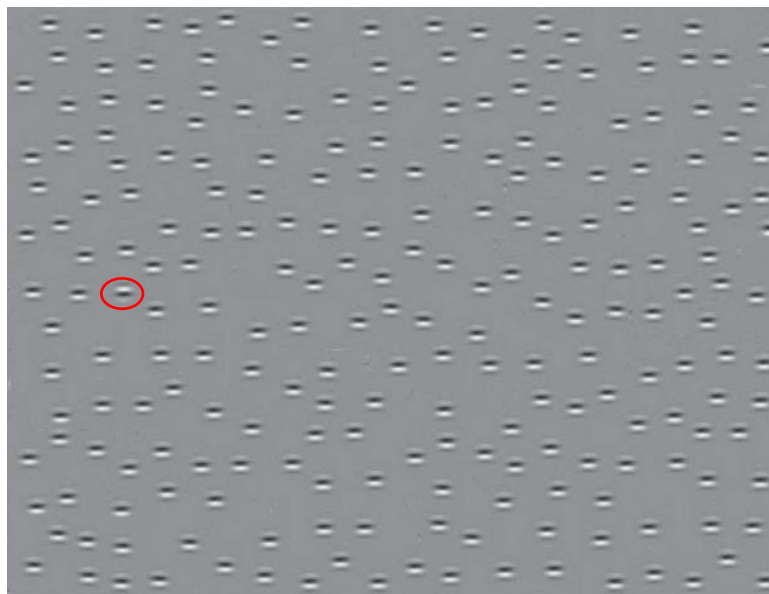


Figura 4(b): Stimolo target con fase invertita (colori opposti) presente in alto a destra

A prescindere dalla tipologia di training visivo attribuito al soggetto in modo randomizzato, esso deve essere effettuato per 9 giorni consecutivi, seguendo le istruzioni che vengono consegnate subito al partecipante. Esse riprendono i punti fondamentali per una corretta esecuzione del compito: è opportuno innanzitutto scaricare il software Matlab Runtime R2017b (9.3) sul dispositivo personale a seconda del sistema operativo posseduto. A questo punto risulta possibile entrare nella cartella dell'esperimento assegnato e cliccare sull'icona del programma, il quale richiede nell'immediato la compilazione di una piccola finestra tramite alcuni dati riguardanti: nsub (numero del soggetto); subname (iniziali nome e cognome) e l'età anagrafica. Ogni giorno devono essere svolti 7 blocchi di esercizio uno di seguito all'altro, che presentano la medesima struttura generale: vengono proiettate sul monitor delle immagini simili a quelle mostrate precedentemente e il soggetto, cliccando il tasto Z o M, invia al sistema il segnale di riconoscimento relativo rispettivamente alla presenza o all'assenza dello stimolo target. La figura resta fissa per un tempo di 10 secondi scaduti i quali, se nessuno dei due tasti è stato cliccato, viene registrata una risposta di omissione (non data). In seguito ad ogni blocco vengono restituiti al soggetto delle coppie di valori corrispondenti alla media del tempo di reazione (media_RT) e media di accuratezza (media_ACC). Questi ultimi devono essere trascritti e riferiti in un secondo momento allo sperimentatore. Inoltre, al termine di ciascun giorno, il programma crea in

automatico un file txt. che riassume i dati complessivi della giornata riguardanti il tempo di reazione e la risposta data per ciascun trial eseguito, ossia per ciascuna immagine. Questo, ai fini della ricerca, deve essere ogni volta rinominato e spostato sul desktop, in modo da facilitarne la successiva analisi dettagliata.

Nel decimo giorno il partecipante è tenuto ad eseguire le medesime prove di lettura del pre test, ovvero la prova 2 e 3 estratte dalla batteria DDE-2 di Sartori e colleghi (1995, 2007) e la prova di decisione lessicale DLC di Caldarola e colleghi (2012). Ciò è importante perché permette un confronto delle prestazioni in termini di tempi di esecuzione e numero di errori, al fine di rilevare eventuali aspetti significativi emersi nelle capacità di lettura in seguito al training di ricerca visiva. Questa condizione sperimentale viene poi paragonata a quello che succede in una condizione di controllo, a cui sono sottoposti dei soggetti che hanno l'unica attività di lettura pre e post test senza la possibilità di svolgere l'allenamento interposto.

3.3 Risultati

In questa sezione viene indicato con **gruppo 1** i partecipanti che si sono sottoposti all'allenamento percettivo con compito di Orientazione, **gruppo 2** i partecipanti che si sono sottoposti all'allenamento percettivo con compito di Fase e **gruppo 3** i partecipanti che si sono sottoposti all'allenamento percettivo con compito di Configurazione. Per l'interpretazione dei risultati di questo elaborato è necessario tenere conto del fatto che i campioni testati non siano particolarmente ampi, per cui i test non raggiungono una potenza adeguata. Purtroppo la scarsità dei partecipanti è dovuta al fatto che la raccolta dei dati sia avvenuta nel pieno della pandemia COVID-19, che ha di fatto provocato diversi ritiri (*drop-out*) dei soggetti allo studio. Nonostante ciò si è deciso di utilizzare delle statistiche di tipo parametrico, in quanto caratterizzate da una maggior potenza rispetto a quelle non parametriche. In questa tesi si sono quindi considerati: *d'* (D primo, Criterio (C) e i Tempi di reazione. Il primo ci permette di comprendere la sensibilità della persona allo stimolo, il secondo rappresenta invece la tendenza del soggetto nella scelta di una risposta conservativa (rispondo che lo stimolo è presente solo quando sono sicuro di ciò) oppure liberale (rispondo che lo stimolo è presente anche quando non sono sicuro, ma mi sembra che ci sia). Infine il terzo indice ci dice il

tempo impiegato dalla persona per fornire la sua risposta di fronte alla presenza o meno dello stimolo target. Per testare se è avvenuto apprendimento percettivo nel corso di 9 giorni di training è stato indagato utilizzando il parametro delle pendenze (*slope*) calcolate in base ai d' e quello dei valori di R^2 , ovvero i coefficienti di determinazione che misurano la bontà di adattamento di un modello di regressione: più tale valore si avvicina ad 1, più è preferibile.

D primo

Pendenza

Per rispondere al quesito riguardante l'effettivo apprendimento o meno dei gruppi, è stato innanzitutto eseguito un t-test in cui si confronta il valore della pendenza dei tre gruppi del training, con 0 (pendenza=0 indica che non c'è stato un miglioramento). Il cut-off per la significatività è stato settato a $\alpha= 0.0056$ (considerando la correzione di Bonferroni). È stata trovata una significatività solamente per il gruppo 2, la versione "fase" del training ($t_{(8)}=3.44$, $p=0.004$, d di Cohen=1.33).

Il gruppo 2 mostra una pendenza positiva e di conseguenza un miglioramento nella capacità di discriminazione del segnale (*sensitivity*) nel trascorrere dei giorni. Ciò è visibile anche attraverso il valore medio delle pendenze che, essendo positivo, dimostra un incremento della prestazione ($M=0.079$, $DS=0.059$).

PARTECIPANTI	SLOPE	R ²
1	0.042	0.459
2	0.139	0.967
3	0.094	0.899
4	0.168	0.908
5	0.116	0.851
6	0.102	0.92
7	0.049	0.341
8	0.003	0.003
9	-0.002	0.001

Tabella 1: Pendenze (*slope*) e R^2 in base ai d' del gruppo "fase"

PARTECIPANTI	SLOPE	R ²
1	0.033	0.145
2	-0.055	0.224
3	-0.163	0.666
4	0.152	0.752
5	0.088	0.53
6	-0.112	0.697
7	-0.037	0.132
8	0.079	0.332
9	-0.116	0.404
10	0.036	0.096
11	-0.029	0.06
12	0.203	0.794
13	-0.006	0.005
14	0.166	0.254

Tabella 2: Pendenze (slope) e R² in base ai d' del gruppo "orientazione"

PARTECIPANTI	SLOPE	R ²
1	0.039	0.181
2	0.098	0.812
3	-0.075	0.46
4	0.029	0.454
5	0.014	0.025
6	0.03	0.113

Tabella 3: Pendenze (slope) e R² in base ai d' del gruppo "configurazione"

Sensibilità (d' valore)

Sono state poi valutate il variare dei d' nel trascorrere dei giorni di training e eventuali differenze tra gruppi attraverso un modello di analisi di varianza ANOVA, considerando il Giorno come fattore *within* a 9 livelli e il Gruppo come fattore *between* a 3 livelli. L'ipotesi di sfericità è stata valutata tramite il test di Mauchly e, se significativo, si è tenuto conto della correzione di Greenhouse-Geisser. È emerso che il fattore principale

Giorno è risultato significativo ($F_{(3,389, 85.513)} = 2.678$; $p=0.047$; $\eta^2_p=0.93$), così come il fattore Gruppo ($F_{(2,26)}=107.43$; $p < 0.001$; $\eta^2_p=0.892$). Quest'ultimo dato ci consente di affermare il fatto che almeno uno dei tre gruppi sia diverso, per cui si è proceduto con il test a confronti multipli in modo tale da osservare quale dei tre livelli fornisce maggiormente la significatività del risultato. Dall'analisi *post-hoc* è risultata una differenza significativa tra il gruppo 1 (“orientazione”) e il gruppo 2 (“fase”) con un $p < 0.001$, tra il gruppo 1 e il gruppo 3 (“configurazione”) dato il $p < 0.001$ e tra il gruppo 2 e il gruppo 3 con un $p < 0.001$. Più nel dettaglio si possono osservare le corrispettive medie, per cui quella del gruppo 1 ($M=4.65$; $DS=0.79$) è più elevata rispetto a quella del gruppo 2 ($M=1.08$; $DS=0.58$) e del gruppo 3 ($M=2.41$; $DS=0.32$), a dimostrazione del fatto che nel primo gruppo il compito di ricerca visiva sia più semplice da eseguire.

Criterio

Pendenza

Il t-test eseguito con correzione di Bonferroni (per stabilire la differenza da 0) ha portato come risultati una significatività nel caso del gruppo “fase” ($t_{(8)}=3.68$; $p=0.002$; d di Cohen=-1.45) e nel gruppo “configurazione” ($t_{(5)}=3.43$; $p=0.004$; d di Cohen=-2.04). Analizzando nel dettaglio le medie delle pendenze dei tre gruppi calcolate in base al Criterio, la negatività di questi valori è indice del fatto che i partecipanti del gruppo 2 ($M=-0.107$; $DS=0.074$) e del gruppo 3 ($M=-0.139$; $DS=0.068$) diventano più liberali durante l'allenamento.

PARTECIPANTI	SLOPE	R ²
1	-0.005	0.059
2	0.005	0.017
3	0.005	0.022
4	-0.013	0.054
5	-0.024	0.279
6	0.023	0.249
7	0.009	0.043
8	0.024	0.188
9	-0.008	0.116
10	-0.034	0.283
11	-0.051	0.646
12	0.011	0.219
13	0.035	0.417
14	-0.006	0.038

Tabella 4: Pendenze (slope) e R² calcolati in base allo C nel gruppo “orientazione”

PARTECIPANTI	SLOPE	R^2
1	-0.01	0.051
2	-0.086	0.958
3	-0.098	0.925
4	-0.134	0.938
5	-0.143	0.924
6	-0.167	0.861
7	0.028	0.051
8	-0.162	0.864
9	-0.188	0.925

Tabella 5: Pendenze (slope) e R^2 calcolati in base al C nel gruppo “fase”

PARTECIPANTI	SLOPE	R^2
1	-0.252	0.951
2	-0.174	0.731
3	-0.071	0.497
4	-0.121	0.835
5	-0.075	0.341
6	-0.141	0.872

Tabella 6: Pendenze (slope) e R^2 calcolati in base al C nel gruppo “configurazione”

Sensibilità (C valore)

Si è poi analizzato come è variato il criterio in base al giorno di training e al gruppo di appartenenza dei soggetti tramite l'ANOVA, considerando il Gruppo come fattore *between* dato da 3 livelli e il Giorno come fattore *within* dato da 9 livelli. L'ipotesi di sfericità è stata valutata tramite la correzione di Greenhouse-Geisser. Il fattore principale Giorno è risultato significativo ($F_{(3,228, 83.932)}=31.975$; $p<0.001$; $\eta^2_p=0.552$), così come l'interazione Giorno×Gruppo ($F_{(6,456, 83.932)}=10.021$; $p<0.001$; $\eta^2_p=0.435$), mentre il fattore Gruppo non è risultato significativo. Il fatto che l'interazione sia significativa è indice di un criterio più conservativo in particolare per il gruppo 2 e 3 (deducibile anche dalle analisi post-hoc non mostrata in questo elaborato) rispetto al gruppo 1 che, con il passare dei giorni diviene neutro, mentre nel gruppo 3 diventa liberale rispetto ai gruppi 1 e 2.

Tempi di reazione

Pendenza

Il t-test eseguito con correzione di Bonferroni ha permesso di osservare una significatività statistica solamente nel gruppo “orientazione” ($t_{(13)}=3.06$; $p=0.009$; d di Cohen $=-0.87$). Inoltre il fatto che la media del gruppo 1 sia negativa ($M=-0.032$) indica una pendenza negativa e quindi che il tempo di reazione allo stimolo sia diminuito con il passare dei giorni.

PARTECIPANTI	SLOPE	R ²
1	-0.004	0.262
2	-0.023	0.512
3	-0.037	0.445
4	-0.023	0.356
5	-0.020	0.583
6	-0.039	0.894
7	-0.016	0.912
8	-0.030	0.549
9	-0.142	0.428
10	-0.031	0.895
11	-0.029	0.751
12	-0.007	0.251
13	-0.060	0.685
14	0.017	0.230

Tabella 6: Pendenze (slope) e R^2 calcolati in base ai RT nel gruppo “orientazione”

PARTECIPANTI	SLOPE	R ²
1	-0.262	0.412
2	-0.359	0.674
3	-0.192	0.239
4	-0.803	0.574
5	-1.57	0.817
6	0.081	0.16
7	0.414	0.115
8	-0.078	0.796
9	0.061	0.171

Tabella 7: Pendenze (slope) e R^2 calcolati in base ai RT nel gruppo “fase”

PARTECIPANTI	SLOPE	R^2
1	-0.072	0.867
2	-0.274	0.442
3	-0.948	0.555
4	-0.068	0.588
5	-0.062	0.832
6	0.026	0.171

Tabella 8: Pendenze (slope) e R^2 calcolati in base ai RT nel gruppo “configurazione”

In seguito si sono considerati direttamente i valori di RT e come essi sono cambiati in base ai giorni e al gruppo, attraverso l’ANOVA data dal fattore *between* Gruppo (3 livelli) e *within* Giorno (9 livelli). Da tale analisi è risultato significativo il fattore Giorno ($F_{(1,884, 48.978)}=7.482$; $p=0.002$; $\eta^2_p=0.223$), così come il fattore Gruppo ($F_{(2,26)}=17.462$; $p<0.001$; $\eta^2_p=0.573$). Il test a confronti multipli ha mostrato una differenza significativa tra il gruppo 1 e il gruppo 2 e tra il gruppo 2 e il gruppo 3, per cui nel primo caso abbiamo tempi di reazione minori nel primo gruppo e nel secondo saranno maggiori nel gruppo 2. Questo si osserva indagando le medie dei vari gruppi: $M_{G1}<M_{G2}$ e $M_{G2}>M_{G3}$.

Abilità di lettura

Tempi di lettura

Per quanto riguarda l’analisi dei tempi di lettura in pre-test e post-test della prova 2 estratta dalla batteria DDE-2 è stata usata un’ANOVA con Gruppo come fattore *between* a 4 livelli e Pre-Post come *within* a 2 livelli. Quest’ultimo ha avuto un effetto significativo sulle prestazioni dei soggetti ($F_{(1,36)}=25.612$; $p<0.001$; $\eta^2_p=0.416$), così come il fattore Gruppo ($F_{(3,36)}=2.903$; $p=0.048$; $\eta^2_p=0.195$) e l’interazione Pre-Post×Gruppo ($F_{(3,36)}=5.592$; $p=0.003$; $\eta^2_p=0.318$). In particolare, attraverso il test di confronti a coppie è stato possibile osservare una differenza significativa nel gruppo 2 e nel gruppo 3: infatti solo i partecipanti che hanno eseguito il compito di ricerca visiva “fase” o “configurazione” hanno ottenuto un miglioramento di tempi di lettura tra la prova pre-test e quella post-test.

Rispetto alla prova 3 costituita da non parole, la medesima ANOVA ha consentito di vedere un significativo fattore Pre-Post ($F_{(1,36)}=39.839$; $p<0.001$; $\eta^2_p=0.525$), tuttavia non si può dire lo stesso né del fattore Gruppo, né dell'interazione. Questo potrebbe quindi indicare un generale miglioramento tra pre e post-test rispetto ai tempi di lettura, ma la statistica non ci consente di osservare l'influenza dell'appartenenza ad un gruppo piuttosto che ad un altro e l'effetto dell'interazione tra i due fattori dell'ANOVA.

È stata utilizzata l'ANOVA anche per la prova di decisione lessicale DLC e anche in questo caso il fattore Pre-Post ha mostrato significatività ($F_{(1,36)}=24.99$; $p<0.001$; $\eta^2_p=0.410$), al contrario il Gruppo e il fattore Pre-Post×Gruppo non hanno evidenziato alcun effetto rilevante.

Errori

Relativamente agli errori compiuti dai soggetti nella prova 2, l'ANOVA eseguita ha mostrato un effetto significativo del fattore Pre-Post ($F_{(1,36)}=5.07$; $p=0.031$; $\eta^2_p=0.123$), mentre il Gruppo e l'interazione non hanno mostrato alcuna significatività statistica: si è ottenuto un globale miglioramento in termini di errori nella lettura di parole.

Riguardo la prova 3 di non parole l'analisi della varianza ha riportato solamente un effetto significativo del fattore Pre-Post ($F_{(1,36)}=4.103$; $p=0.05$; $\eta^2_p=0.102$). Infine l'ANOVA per la prova DLC ha evidenziato alcun effetto significativo.

Anni di scolarità e prestazione di lettura

Nella ricerca descritta in tale elaborato si è andati ad indagare una possibile correlazione tra gli anni di scolarità del singolo soggetto e le sue abilità di lettura in termini di tempo impiegato ed errori commessi, ma le analisi statistiche non hanno mostrato significatività.

3.4 Discussione

Lo studio descritto in questo elaborato è stato condotto con l'idea di verificare l'ipotesi di un'eventuale relazione tra l'esecuzione di un training di ricerca visiva basato sull'apprendimento percettivo e le capacità di lettura. Si è trattato di un esperimento

pilota somministrato ad un campione non particolarmente ampio che, come precedentemente riferito, a causa della pandemia da COVID-19 ha mostrato alcuni limiti ma, nonostante ciò ha permesso comunque di ottenere dei dati preliminari interessanti. In linea globale l'ipotesi iniziale del legame tra apprendimento percettivo e abilità di lettura sottoposta al vaglio, ha trovato conferme e in particolare si è riscontrata una differenza tra gli effetti provocati dalle tre versioni di allenamento ideate: "orientazione", "fase" e "configurazione". Le analisi statistiche eseguite hanno permesso in questo senso di osservare un evidente miglioramento per quanto riguarda il compito "fase", ovvero quello in cui si richiedeva di discriminare lo stimolo bersaglio più complesso. Una possibile spiegazione di ciò è legata proprio alla complessità dell'attività, per cui il fatto che essa sia difficile avrebbe come diretta conseguenza il fatto che il partecipante possa mettere maggiormente in gioco le sue risorse e dunque allenarsi. Questo miglioramento del gruppo "fase" si accompagna ad un cambiamento del Criterio che da conservativo diventa neutro. Il gruppo "configurazione" (gruppo 3) mostra un chiaro cambiamento nella selezione del criterio di risposta durante il training, diventando più liberale. Nello specifico si può notare che verso la metà del percorso di training i valori si avvicinano allo 0 (criterio neutro) e successivamente diventano progressivamente più negativi. Nel gruppo "orientazione" si ha invece una linea di tendenza quasi piatta, che indica un'assenza di cambio di criterio durante i diversi giorni di training (conservativo/neutro, media criterio nei 9 giorni=0.19). In altre parole, i partecipanti del gruppo "configurazione" preferiscono confermare la presenza del target solo quando ne sono assolutamente certi nei primi giorni, per poi acquisire sicurezza e diventare liberali nella risposta. Questo è vero anche per il gruppo "fase", ma non diventano mai liberali, mentre i partecipanti del gruppo "orientazione", avendo un compito particolarmente semplice (i d' sono quasi a soffitto), non sono quasi mai confusi sulla risposta da dare. Da notare che le medie dei d' sono: gruppo "orientazione" =4.64; gruppo "fase" = 1.08; gruppo "configurazione" =2.4. Quindi sembrerebbe che un compito troppo facile non cambi il criterio di risposta mentre, quando diventa più complesso, il criterio cambia fino a diventare liberale, ma quando il compito è molto difficile (gruppo "fase" $d' = 1.08$) il criterio non diventa mai liberale. Rispetto ai tempi di reazione (RT), le analisi dei dati hanno mostrato un miglioramento nella velocità nel gruppo "orientazione" (la M delle pendenze è negativa, per cui i tempi

di reazione diminuiscono nei giorni), ma non è associato ad un incremento del grado di accuratezza (non si ha significatività nelle pendenze del d'). Questi aspetti potrebbero essere spiegati dal concetto statistico di “effetto soffitto”, per cui il tipo di compito non è più in grado di influenzare la prestazione dei soggetti che risulta quindi ai massimi livelli.

Ulteriori analisi statistiche hanno concesso inoltre di porre l'accento sull'effetto del training sulle abilità di lettura, per verificare l'ipotesi per cui un allenamento di questo tipo, non coinvolgendo direttamente i processi di trasformazione grafema-fonema, possa agire tramite abilità visuo-spaziali (ad esempio le risorse attentive) implicate nei compiti di ricerca visiva. Considerando i tempi di lettura di parole dei nostri soggetti, si è visto un miglioramento significativo tra il pre e il post nel gruppo “fase” e nel gruppo “configurazione”, per cui sembra essere nuovamente importante una certa complessità del compito in modo tale che esso sia allenante e determini successivamente un effettivo trasferimento alle prove di lettura. Il punto centrale che quindi permette di avere delle modificazioni relativamente alle abilità di lettura risulta essere quindi proprio la strutturazione del training.

I dati emersi da questa sperimentazione sono in accordo con quelli forniti dalla letteratura di riferimento e trovano una plausibile spiegazione nella teoria magnocellulare proposta da Stein, per cui i training di ricerca visiva ricoprono un ruolo importante nel miglioramento delle capacità di lettura perché si basano sull'utilizzo dei principali meccanismi cerebrali controllati proprio dal sistema visivo dorsale: richiedono un controllo oculomotorio e quindi il monitoraggio delle proprie risorse attentive, indispensabili anche nel contesto della lettura. Questi aspetti sono stati osservati da Seassau e Bucci (2013), i quali hanno sottoposto un gruppo di bambini e uno di adulti a compiti di lettura e di ricerca visiva, osservando nel primo una ridotta coordinazione binoculare associata a scarse prestazioni nella lettura, fattori che invece miglioravano con l'aumentare dell'età. È possibile quindi che l'intervento sulle abilità visuo-spaziali tramite la somministrazione di training, conduca ad un progresso nella lettura.

In conclusione sarebbe interessante osservare il potenziale adattamento di tali forme di allenamento ad un campione di soggetti con deficit nella lettura, affinché anche queste persone abbiano l'opportunità di compiere un apprendimento percettivo e di conseguenza rendere meno evidenti e incalzanti le loro problematiche.

BIBLIOGRAFIA

- Bhide, A., Power, A., & Goswami, U. (2013). A rhythmic musical intervention for poor readers: A comparison of efficacy with a letter-based intervention. *Mind, Brain, and Education*, 7(2), 113-123. <https://doi.org/10.1111/mbe.12016>
- Biscaldi, M., Fischer, B., & Hartnegg, K. (2000). Voluntary saccadic control in dyslexia. *Perception*, 29(5), 509-521. <https://doi.org/10.1068/p2666a>
- Boden, C., & Giaschi, D. (2007). M-stream deficits and reading-related visual processes in developmental dyslexia. *Psychological bulletin*, 133(2), 346. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.2.346>
- Casco, C., Tressoldi, P. E., & Dellantonio, A. (1998). Visual selective attention and reading efficiency are related in children. *Cortex*, 34(4), 531-546. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70512-4](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70512-4)
- Castellana, G., & Giacomantonio, A. (2019). Good readers and poor readers. The effects of a metacognitive intervention experiment and the teaching of reading strategies on reading comprehension.
- Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., & Mascetti, G. G. (2000). Visual-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex*, 36(1), 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70840-2](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70840-2)
- Facoetti, A., Turatto, M., Lorusso, M. L., & Mascetti, G. G. (2001). Orienting of visual attention in dyslexia: <https://doi.org/10.1007/s002210100700>
- Gilbert, C. D., Li, W., & Piech, V. (2009). Perceptual learning and adult cortical plasticity. *The Journal of physiology*, 587(12), 2743-2751. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.171488>
- Gori, S., & Facoetti, A. (2014). Perceptual learning as a possible new approach for remediation and prevention of developmental dyslexia. *Vision research*, 99, 78-87. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.11.011>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534-537. [10.1038/nature01647](https://doi.org/10.1038/nature01647)

- Hebb, D. O. (2005). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781410612403>
- Horowitz-Kraus, T., Vannest, J. J., Kadis, D., Cicchino, N., Wang, Y. Y., & Holland, S. K. (2014). Reading acceleration training changes brain circuitry in children with reading difficulties. *Brain and Behavior*, 4(6), 886-902. <https://doi.org/10.1002/brb3.281>
- Karni, A., & Sagi, D. (1991). Where practice makes perfect in texture discrimination: evidence for primary visual cortex plasticity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(11), 4966-4970. <https://doi.org/10.1073/pnas.88.11.496>
- Lu, Z. L., Hua, T., Huang, C. B., Zhou, Y., & Doshier, B. A. (2011). Visual perceptual learning. *Neurobiology of learning and memory*, 95(2), 145-151. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2010.09.010>
- Mishkin, M., & Forgays, D. G. (1952). Word recognition as a function of retinal locus. *Journal of experimental psychology*, 43(1), 43. <https://doi.org/10.1037/h0061361>
- Nazir, T. A., Ben-Boutayab, N., Decoppet, N., Deutsch, A., & Frost, R. (2004). Reading habits, perceptual learning, and recognition of printed words. *Brain and language*, 88(3), 294-311. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00168-8](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00168-8)
- Seassau, M., & Bucci, M. P. (2013). Reading and visual search: a developmental study in normal children. *PLoS One*, 8(7), e70261. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070261>
- Sowden, P. T., Rose, D., & Davies, I. R. (2002). Perceptual learning of luminance contrast detection: Specific for spatial frequency and retinal location but not orientation. *Vision research*, 42(10), 1249-1258. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(02\)00019-6](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(02)00019-6)
- Vernet, M., Bellocchi, S., Leibnitz, L., Chaix, Y., & Ducrot, S. (2021). Predicting future poor readers from pre-reading visual skills: A longitudinal study. *Applied Neuropsychology: Child*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/21622965.2021.1895790>
- Zhou, Y., Huang, C., Xu, P., Tao, L., Qiu, Z., Li, X., & Lu, Z. L. (2006). Perceptual learning improves contrast sensitivity and visual acuity in adults with anisometric amblyopia. *Vision research*, 46(5), 739-750. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2005.07.031>

APPENDICE

PROVA 2

Istruzioni. Leggi a voce alta le seguenti liste di parole il più velocemente possibile senza fare errori.

Avvertenza. Le sigle corrispondono a: **a.a.**: alto valore d'immagine, alta frequenza; **a.b.**: alto valore d'immagine, bassa frequenza; **b.a.**: basso valore d'immagine, alta frequenza; **b.b.**: basso valore d'immagine, bassa frequenza.

a.a.	a.b.	b.a.	b.b.
uomo	lama	pena	fama
vino	sale	modo	ente
mano	nido	pace	fase
casa	lino	tipo	resa
pane	cero	arte	mito
palazzo	marginie	fortuna	dominio
ragazzo	formica	domanda	invidia
bambina	insetto	accordo	simbolo
mattina	verdure	ragione	azzardo
dottore	zingaro	esempio	manovra
acqua	uscio	sogno	scalo
occhio	chiodo	scelta	taglia
signora	scimmia	bisogno	globulo
campagna	chirurgo	consigli	sciagura
padre	corvo	volta	motto
testa	torta	amore	sfogo
mamma	lampo	forza	sfida
mondo	piume	pezzo	bando
letto	cesto	posto	tizio
finestra	castello	bellezza	amarezza
fratello	ostacolo	successo	denuncia
domenica	frattura	sorpresa	conforto
giornata	alimento	pensiero	prodezze
giornale	cassetto	autorità	distacco
bagno	vasca	segno	svago
foglia	giglio	voglia	veglia
scherzo	pugnale	rischio	schiera
famiglia	maglione	qualcosa	sciopero

PROVA 3

Istruzioni. Leggi a voce alta le seguenti nonparole (parole che non esistono nella lingua italiana).

Avvertenza. Informare il lettore che le parole non sono familiari e quindi non deve cercare il significato.

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
fosto	gnoba	docaro
prisi	cogiu	tapaci
tonca	gnaro	cinama
pusto	gnufo	reduve
stoso	sceto	vranoma
vorca	eglia	rodazza
serdo	chida	binamba
lanfo	rigli	diminio
dorta	rascenvo	arezzama
bepre	tagnidro	forconto
tazio	bachimio	canimedo
buolo	vugherzo	locostato
staro	vaglioma	tacipaca
trisi	caglisto	verdusape
pando	scimiario	tambilina
tente	regnosto	sirbolone



Ora, fate attenzione, quando dirò «Via» iniziate a cercare le parole inventate.

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> tartaruga | <input type="checkbox"/> fospinio | <input type="checkbox"/> tana |
| <input type="checkbox"/> bottollo | <input type="checkbox"/> ponte | <input type="checkbox"/> gatto |
| <input type="checkbox"/> pruta | <input type="checkbox"/> cirriana | <input type="checkbox"/> zacchira |
| <input type="checkbox"/> perritta | <input type="checkbox"/> sedia | <input type="checkbox"/> raia |
| <input type="checkbox"/> gabe | <input type="checkbox"/> farfalla | <input type="checkbox"/> giardino |
| <input type="checkbox"/> guno | <input type="checkbox"/> vetro | <input type="checkbox"/> drago |
| <input type="checkbox"/> prigionie | <input type="checkbox"/> vaso | <input type="checkbox"/> palestra |
| <input type="checkbox"/> garto | <input type="checkbox"/> neve | <input type="checkbox"/> bosì |
| <input type="checkbox"/> stannafe | <input type="checkbox"/> denca | <input type="checkbox"/> fopa |
| <input type="checkbox"/> vilpe | <input type="checkbox"/> elefante | <input type="checkbox"/> mendarna |
| <input type="checkbox"/> caramella | <input type="checkbox"/> compagno | <input type="checkbox"/> treno |
| <input type="checkbox"/> rongiullo | <input type="checkbox"/> panghilo | <input type="checkbox"/> fratello |
| <input type="checkbox"/> tuta | <input type="checkbox"/> tepro | <input type="checkbox"/> feccinta |
| <input type="checkbox"/> craspallo | <input type="checkbox"/> sepo | <input type="checkbox"/> revo |
| <input type="checkbox"/> sentiero | <input type="checkbox"/> arte | <input type="checkbox"/> diamasto |
| <input type="checkbox"/> stagione | <input type="checkbox"/> locestora | <input type="checkbox"/> rosca |
| <input type="checkbox"/> silenzio | <input type="checkbox"/> spada | <input type="checkbox"/> mela |
| <input type="checkbox"/> fema | <input type="checkbox"/> nonno | <input type="checkbox"/> praccola |
| <input type="checkbox"/> biglietto | <input type="checkbox"/> mestiere | <input type="checkbox"/> coniglio |
| <input type="checkbox"/> lana | <input type="checkbox"/> beco | <input type="checkbox"/> mermecca |
| <input type="checkbox"/> irzo | <input type="checkbox"/> prato | <input type="checkbox"/> finestra |
| <input type="checkbox"/> mano | <input type="checkbox"/> balo | <input type="checkbox"/> topo |
| <input type="checkbox"/> dabbiuro | <input type="checkbox"/> caspogna | <input type="checkbox"/> colpa |
| <input type="checkbox"/> corattene | <input type="checkbox"/> saffocco | <input type="checkbox"/> treselia |
| <input type="checkbox"/> bocca | <input type="checkbox"/> lato | <input type="checkbox"/> erga |
| <input type="checkbox"/> macca | <input type="checkbox"/> trincipa | <input type="checkbox"/> famiglia |
| <input type="checkbox"/> lepo | <input type="checkbox"/> comiporo | <input type="checkbox"/> fantasma |
| <input type="checkbox"/> gollenia | <input type="checkbox"/> chibo | <input type="checkbox"/> lepre |
| <input type="checkbox"/> fata | <input type="checkbox"/> ghiaccio | <input type="checkbox"/> mago |
| <input type="checkbox"/> cervello | <input type="checkbox"/> bicchiere | <input type="checkbox"/> mingo |
| <input type="checkbox"/> sinecchia | <input type="checkbox"/> gonna | <input type="checkbox"/> castello |
| <input type="checkbox"/> orpa | <input type="checkbox"/> noga | <input type="checkbox"/> moda |
| <input type="checkbox"/> tisca | <input type="checkbox"/> odore | <input type="checkbox"/> bilca |
| <input type="checkbox"/> quaderno | <input type="checkbox"/> prale | <input type="checkbox"/> torre |
| <input type="checkbox"/> modoglio | <input type="checkbox"/> carnevale | <input type="checkbox"/> innagane |
| <input type="checkbox"/> toliggia | <input type="checkbox"/> pelma | <input type="checkbox"/> parecilo |
| <input type="checkbox"/> luce | <input type="checkbox"/> ospedale | <input type="checkbox"/> lispo |
| <input type="checkbox"/> gita | <input type="checkbox"/> specchio | <input type="checkbox"/> mocchera |
| <input type="checkbox"/> problema | <input type="checkbox"/> spime | <input type="checkbox"/> serpente |
| <input type="checkbox"/> etisabio | <input type="checkbox"/> spiaggia | <input type="checkbox"/> coltello |