



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di Laurea Magistrale in Psicologia Cognitiva Applicata

Elaborato finale

**Effetti del cronotipo e dell'orario di valutazione su prestazioni cognitive
in età evolutiva**

*Effects of chronotype and testing time on cognitive performance in
developmental age*

Relatore: Prof.ssa Barbara Carretti

Correlatore: Dott. Enrico Toffalini

Laureanda: Angelica Maschi

Matricola: 2018916

A.A. 2021/2022

INDICE

<i>Introduzione</i>	3
1. Il cronotipo.....	5
2. Abilità cognitive	19
3. La mia ricerca	37
Obiettivi.....	37
Metodo.....	37
Partecipanti.....	37
Materiali - Parte collettiva	39
Materiali - Parte individuale.....	41
Procedura.....	48
Risultati.....	49
Discussione.....	57
4. Conclusioni	63
<i>Bibliografia</i>	71
<i>Appendice</i>	87

Introduzione

Il cronotipo è una caratteristica individuale, influenzata da fattori genetici, culturali, situazionali e relativi ad agenti esterni, che indica le preferenze circadiane soggettive, ossia le fasce orarie, all'interno delle 24 ore della giornata, in cui un soggetto risulta essere più propenso, attivo e motivato a svolgere determinate attività, che possono richiedere più o meno sforzo cognitivo.

Evidenze in letteratura ci indicano come prestazioni di compiti cognitivi possano essere influenzate dal cronotipo individuale e dall'orario del giorno in cui vengono somministrate le prove, di fatto sono state riscontrate variazioni nelle prestazioni, le quali a loro volta possono aiutare a spiegare differenze inter ed intraindividuali nell'esecuzione di compiti in ambito scolastico o in attività di vita quotidiana.

Il nostro studio si è mosso nella medesima direzione, ossia indagare se il cronotipo individuale e l'orario di valutazione e somministrazione delle prove siano aspetti rilevanti da considerare nelle prestazioni di compiti cognitivi di base.

La presente ricerca ha valutato un campione di 241 soggetti, 121 maschi e 117 femmine, selezionati da scuole Primaria e Secondaria di Primo Grado della Regione Veneto (età compresa tra gli 8 e i 13 anni), ai quali è stato somministrato il questionario *Morningness-Eveningness Questionnaire for Children and Adolescent* (MEQ-CA, Ishihara et al., 1990) al fine di individuare il cronotipo individuale e ai quali sono state successivamente proposte delle prove, sia in modalità collettiva che individuale, riguardanti alcune abilità cognitive di base quali l'intelligenza fluida, la memoria di lavoro, la velocità di elaborazione e l'accesso lessicale.

Specificando che gli orari di valutazione del campione, tramite la somministrazione delle prove, hanno interessato solamente l'arco della mattinata, l'ipotesi proposta aveva previsto esiti migliori nelle prestazioni di

studenti con cronotipo mattutino, rispetto a soggetti serotini, essendo essi stati testati in un momento a loro favorevole -stando alla letteratura sull'argomento.

Considerando i risultati ottenuti, i quali verranno ripresi ampiamente in seguito, in generale non sono emersi effetti particolarmente rilevanti, ma in alcune prove si evidenzia una tendenza ad una migliore prestazione nelle ore più tarde della mattinata; inoltre, si può affermare che l'orario precoce non svantaggi particolarmente i serotini.

E' necessario far presente che la mancanza di seconde somministrazioni in orari differenti della giornata rappresenta il limite maggiore della presente ricerca.

Capitolo 1. Il cronotipo

I ritmi circadiani

Così come le altre specie, anche gli esseri umani durante la loro esistenza cercano di adattare il proprio comportamento ai cambiamenti dell'ambiente.

La nostra vita quotidiana è controllata da almeno tre “orologi”. L'orologio sociale, che rappresenta l'ora locale (determinante il fuso orario nelle diverse regioni geografiche) e ci consente l'interazione con gli altri, permettendoci di essere in tempo per gli impegni di vita quotidiana come scuola, lavoro, etc. Il tempo sociale procede di pari passo all'orologio solare, il quale determina le variazioni cicliche di luce e buio. Il terzo orologio è l'orologio circadiano, l'orologio biologico che controlla i nostri processi vitali, consentendo un'organizzazione temporale interna in sintonia con i cicli ambientali quotidiani.

In particolare, per il presente studio andremo a focalizzarci sull'organizzazione circadiana e l'adattamento dell'orologio biologico nelle 24 ore della giornata (ossia, il ciclo circadiano, dal latino *circa* “intorno” e *dies* “giorno”). Si parla infatti di ritmi circadiani per indicare quelle variazioni fisiologiche, biochimiche e comportamentali che, regolate da fattori interni ed esterni, si ripetono ogni giorno ciclicamente.

Nell'arco delle 24 ore giornaliere gli esseri umani fanno esperienza di due tipi di comportamenti rilevanti e molto diversi tra loro: il sonno e la veglia. Così come la veglia, anche il sonno ha delle fasi (o stati) ben distinte, di cui due preponderanti: il sonno con movimenti rapidi degli occhi, ossia il sonno REM (dall'inglese *rapid eyes movement*), fase in cui si verifica una perdita pressoché totale del tono muscolare (atonìa), il corpo è immobile e vengono evocate illusioni vivide e dettagliate: i sogni. La seconda fase, che occupa la restante parte del tempo, è il sonno

non-REM (o sonno ad onde lente, a causa della presenza e dominanza di ritmi EEG ampi e lenti), caratterizzato da un minimo livello di consumo di energia e di frequenze di scarica generali.

In riferimento a ciò, in letteratura è stato presentato un modello, il *dual process model*, per la regolazione del sonno, idealizzato nel 1982 da Borbély, modello che negli anni è rimasto utile per la ricerca riguardo le differenze individuali inerenti al sonno e ai ritmi circadiani (Borbély et al., 2016).

Tale modello presuppone l'esistenza di due processi che interagiscono continuamente: il processo omeostatico (S) e quello relativo ai ritmi circadiani (C, altresì detto *pacemaker* circadiano).

Il processo S è definito come un processo omeostatico che favorisce il sonno, il quale si accumula durante il tempo trascorso da svegli ed è concomitante con una diminuzione progressiva delle prestazioni cognitive e della vigilanza, con conseguente aumento della sonnolenza/affaticamento. All'opposto, durante il sonno, il processo S agisce in maniera sempre meno rilevante e di conseguenza la pressione del sonno si affievolisce.

Il processo C si identifica in una variazione oscillatoria endogena per la regolazione del sonno, della durata di circa 24 ore. Nello specifico, la propensione al sonno è al suo livello più basso durante le prime ore serali, quando la pressione omeostatica del sonno è alta, e raggiunge il suo picco durante la mattina presto, quando la pressione omeostatica del sonno è bassa (Van Dongen & Dinges, 2003). Dallo studio di questi processi ne deriva che il sonno sembra avere non solo una funzione a breve termine, ma influisce anche sul riposo e il digiuno, favorendo così l'ottimizzazione dei processi metabolici in una fase appropriata del ciclo circadiano di 24 ore (Dijk & Lockley, 2002).

Indipendentemente dal fatto che un soggetto sia sveglio o addormentato, il processo di regolazione circadiana agisce, per l'appunto, sincronizzandosi attivamente all'ora effettiva locale con cicli di 24 ore circa. Ciò avviene mediante l'utilizzo di indizi temporali dell'ambiente, globalmente chiamati "*zeitgebers*" (significato dal tedesco: "che scandiscono il tempo"). Nella gran parte degli organismi, lo *zeitgeber* principale per gli orologi biologici sono i cicli naturali di luce e buio, indizio che risulta "appropriato" per l'uomo, come per altri animali, se la durata del periodo di luce (fotoperiodo) o del suo corrispondente periodo di buio (scotoperiodo) non è troppo breve, se la durata del ciclo luce-buio è vicina a 24 h e se la differenza di intensità tra il foto- e lo scotoperiodo è sufficientemente forte (forza dello *zeitgeber*). Detto questo, l'indizio temporale ambientale più comune per gli esseri umani è la luce solare del giorno e l'oscurità naturale della notte, ma, in teoria, tutti gli altri cicli luce-oscurità possono fungere da *zeitgeber*, purché seguano i criteri di adeguatezza di cui sopra (Roenneberg et al., 2019).

Quando gli orologi biologici si sincronizzano ("trascinano") con i cicli di luce e buio, non solo mostrano lo stesso periodo del ciclo solare (sulla terra, 24 ore), ma stabiliscono anche una relazione stabile con lo *zeitgeber*, chiamata fase di trascinamento. Di fatto, è praticamente impossibile valutare direttamente la fase di trascinamento di un individuo, poiché non ne esiste una unica: i diversi oscillatori interni stabiliscono varie relazioni di fase tra loro e con gli *zeitgebers* esterni (Mohawk et al., 2012; Roenneberg et al., 2016).

I principali e maggiormente influenti indizi ambientali sono il ciclo luce-buio, il contatto sociale, i cicli di temperatura dell'ambiente ed i cicli di rumore-quiete. In presenza di tali stimoli, gli esseri viventi

adattano il proprio ritmo circadiano al fine di mantenere un ciclo di attività di esattamente 24 ore.

Nel momento in cui gli *zeitgebers* vengono soppressi (ad es., in ambienti sperimentali isolati con illuminazione artificiale), comportamento e fisiologia non sempre continuano ad essere regolati in modo ordinato da un punto di vista temporale.

L'orologio sociale era storicamente coerente e in fase con l'orologio solare (coerenza esterna), nonché coerente con l'orologio biologico (coerenza interna). Tuttavia, nelle società moderne e industrializzate negli ultimi 100 anni si è progressivamente affievolita la coerenza esterna, principalmente a causa dell'introduzione dell'ora legale, la quale fa avanzare i tempi sociali, ma con leggera influenza sui ritmi biologici; mentre l'incoerenza interna è stata aumentata da un indebolimento della forza dello *zeitgeber*: attraverso l'illuminazione artificiale, l'uomo va a falsare i periodi naturali di luce-buio, con un'attenzione principale al fatto che la luce artificiale alla sera va a ritardare gli orologi biologici (Roenneberg et al., 2003; Duffy & Czeisler, 2009), ampliando la differenza tra cronotipi nella popolazione.

Allo stesso tempo, queste condizioni hanno notevolmente aumentato la discrepanza tra l'orologio sociale e gli orologi biologici individuali, fenomeno noto come *jetlag* sociale (Wittmann et al., 2006). Per l'appunto, la letteratura ci informa che gran parte della popolazione nel mondo industrializzato affronta la settimana lavorativa (i.e. lavoro a turni come forma estrema di disallineamento circadiano) e scolastica (Hirata et al., 2007) soffre di questa “sincronia forzata” e vive in una condizione di privazione di sonno (Roenneberg et al., 2003; 2013). Tale condizione, rappresenta una condizione nociva per la salute da un punto di vista cognitivo, emozionale e fisico (Carskadon et al., 1993).

Ciò porta, talvolta, ad una desincronizzazione degli orologi biologici, come quello relativo ai ritmi della temperatura corporea o ai cicli sonno-veglia (Dement, 1976). Un'ulteriore condizione in cui si verifica desincronizzazione è quella dei viaggi che attraversano diversi fusi orari, con conseguente forzatura del nostro corpo ad improvvisi cambiamenti del ciclo sonno-veglia (condizione nota come “*jet-lag*”, la cui cura più efficace è costituita dall’esposizione alla luce intensa, che permette di risincronizzare gli orologi biologici).

Di fatto, la periodicità di sonno-veglia è il comportamento su cui maggiormente si evidenzia la sincronizzazione circadiana, ma molteplici altri processi fisiologici e biochimici cambiano secondo cicli giornalieri: i livelli ormonali, il metabolismo, la pressione arteriosa, la temperatura corporea, il tono muscolare, la frequenza cardiaca, la produzione di urine e i ritmi elettrici della corteccia cerebrale. Il confronto di questi differenti ritmi individuali (i quali non sempre sono sincronizzati tra loro) rivela relazioni interne differenti tra fasi. In particolare, le fasi in cui ogni soggetto suddivide il proprio ciclo circadiano possono essere dedotte dalle misurazioni del ritmo della temperatura corporea interna endogena (CBT) o dalla secrezione endogena di melatonina pineale: quest’ultima ha livelli più bassi nei momenti di minima propensione al sonno circadiano e più alti nei momenti di massima propensione al sonno circadiano, mentre la CBT mostra uno schema opposto.

Questo processo di regolazione circadiana risulta essere controllato principalmente dai nuclei soprachiasmatici (NSC), due agglomerati neuronali situati nell’ipotalamo anteriore (Hastings et al., 2018). Essi sono identificati come una struttura anatomica che controlla il ciclo di attività e di riposo durante le 24 ore e che supporta numerose funzioni biologiche, fisiologiche ed endocrine periodiche, la cui compromissione

causa non solo la completa perdita di un regolare ritmo sonno/veglia, ma anche della ritmicità circadiana dell'attività fisica e dell'assunzione di acqua e cibo (Moore et al., 1972). Per questo motivo i NSC sono considerati l'orologio circadiano principale nella maggior parte degli organismi viventi.

Il NSC agisce mediante un meccanismo fotosensibile: gli assoni delle cellule gangliari della retina contraggono sinapsi direttamente sui dendriti dei neuroni del NSC attraverso il tratto retino-ipotalamico. In riferimento a ciò, David Berson e colleghi (2003) hanno appurato l'esistenza di un fotorecettore nella retina, diverso da coni e bastoncelli, il quale si presenta come un sottotipo di cellula gangliare (neurone retinico i cui assoni inviano informazioni visive al resto del cervello). Queste cellule hanno una sensibilità e una risoluzione spaziotemporale inferiori rispetto ai bastoncelli o ai coni e sembrano essere specializzati nella codifica dell'intensità della luce ambientale; esprimono un unico tipo di fotopigmento chiamato melanopsina, il cui segnale viene inviato direttamente al NSC che sincronizza i ritmi circadiani con il giorno solare. Questi sottotipi di cellule gangliari contenenti melanopsina contribuiscono anche al riflesso pupillare alla luce e alle risposte comportamentali protettive tra cui la costrizione della pupilla e l'evitamento della luce (Schmidt et al., 2011).

La luce diurna consente di regolare la maggior parte dei processi biologici interni, grazie all'attività dei geni “*clock*” (*circadian locomotor output cycles kaput*) “geni orologio” che interagiscono con altri geni, per coordinare le diverse funzioni vitali (Cox et al., 2019).

Per l'appunto, la ricerca ha dimostrato che quasi ogni cellula del corpo ha un orologio circadiano: in un corpo sano in condizioni normali gli orologi di tutte le cellule sono sotto il controllo del NSC. Questo

avviene perché esso esercita una potente influenza circadiana sul sistema nervoso autonomo, sulla temperatura corporea, sugli ormoni surrenali come il cortisolo e sui circuiti neurali che controllano alimentazione, movimento e metabolismo (Mohawk et al., 2012). A sua volta, ciascuno di questi processi regola molti degli orologi circadiani corporei.

Il cortisolo, ad esempio, ormone prodotto dalle ghiandole surrenali, è implicato principalmente nell'induzione di un aumento della glicemia. La sua produzione è più elevata durante le ore diurne quando si è sottoposti a stimoli esterni, che possono provocare situazioni di stress. Il suo picco di produzione si riscontra nelle prime ore del mattino e induce il risveglio.

Un altro ormone che influisce nei processi di regolazione circadiana è la melatonina, prodotta dalla ghiandola pineale (epifisi), la quale riceve informazioni sull'illuminazione e sulla durata del giorno dalla retina dell'occhio. Il suo rilascio, all'opposto di quello del cortisolo, è inibito dalla luce, per questo avviene solamente in sua assenza, normalmente di notte: tende ad aumentare alla sera, favorendo il sonno, raggiunge il picco nelle prime ore del mattino e ritorna ai livelli minimi al momento del risveglio. Alcune evidenze suggeriscono che la melatonina favorisca l'inizio e il mantenimento del sonno, ma il suo preciso ruolo nel naturale ciclo sonno-veglia rimane oggetto di dibattito.

Anche la temperatura corporea esercita un forte effetto sugli orologi dei tessuti periferici: scende di circa 1°C ogni notte, al fine di mantenere gli orologi degli organi interni regolati sui ritmi del NSC, quindi sui cicli ambientali di luce e buio.

Ne consegue che i ritmi circadiani sono influenzati non solo da meccanismi e processi cerebrali interni, ma anche da fattori ambientali e dall'interazione tra processi neurali e *zeitgebers*.

Il cronotipo

Le differenze individuali relative alle preferenze circadiane sono comunemente chiamate *cronotipi*, inseriti lungo un continuum (Natale & Cicogna, 2002) che spazia da persone mattutine, “allodole”, le quali tendono a svegliarsi presto la mattina e ad andare a dormire presto la sera; a soggetti serotini, “gufi”, i quali hanno una predisposizione a seguire un ciclo sonno-veglia piuttosto tardivo. Di fatto, i mattutini estremi si svegliano quando i serotini estremi si addormentano.

Come abbiamo descritto precedentemente, molteplici sono i fattori che influiscono sugli orologi biologici, motivo per il quale il cronotipo deve essere considerato un costrutto biologico: si riferisce all’organizzazione di un intero sistema e non a una sola delle sue sottoparti, come il nucleo soprachiasmatico (NSC).

Rimane un interrogativo: il cronotipo è un tratto personale o uno stato attuale dipendente dalla situazione?

La questione è tutt’ora al centro del dibattito, in quanto la fase di trascinamento (i.e. sincronizzazione) di un individuo ad uno specifico *zeitgeber* potrebbe essere considerata un tratto stabile, tuttavia, poiché il medesimo *zeitgeber* può variare notevolmente in termini di forza e tempistica, il cronotipo di per sé potrebbe essere interpretato come uno stato. In un recente studio sperimentale, Facer-Childs e colleghi (2019) hanno tentato di spostare il “ritardo temporale” di soggetti serotini ad un orario precedente (processo che prende il nome di *avanzamento di fase*). Per tre settimane gli sperimentatori hanno utilizzato interventi non farmacologici in un contesto reale: esposizione alla luce attraverso orari di sonno/veglia anticipati, orari fissi dei pasti, assunzione di caffeina ed esercizio fisico (*zeitgebers* forti e regolari). I risultati sono stati positivi ottenendo un’anticipazione di circa due ore, inoltre l’avanzamento di fase è stato accompagnato da miglioramenti significativi di stati depressivi e

di stress auto-riferiti, nonché da un miglioramento nei risultati di prestazioni cognitive (misurate in termini di tempo di reazione) e fisiche (misurate in termini di forza di presa), durante le ore mattutine di per sé "non ottimali".

Per lo più, i cambiamenti del cronotipo dipendenti dall'età (Carskadon et al., 1993; Gau et al., 2003) supportano l'idea che l'orologio biologico sia un sistema dinamico che si adatta continuamente a condizioni variabili interne ed esterne (Roenneberg et al., 2004).

Detto ciò, Roenneberg e colleghi (2019) suggeriscono di abbandonare l'idea che il cronotipo rifletta un tratto personale stabile a favore del fatto che esso sia uno stato. Dopotutto, anche quando le misure riguardano un tratto psicologico più o meno stabile, come la preferenza diurna nel questionario MEQ (di cui, in seguito), la preferenza valutata differisce tra persone in base a diversi stili di vita e punti di forza dello *zeitgeber* (Nag & Pradhan, 2012; Von Schantz et al., 2015).

Nonostante questo, è bene sottolineare le basi genetiche relative all'argomento; per l'appunto, sebbene si possa far avanzare la fase di trascinamento di un soggetto con cronotipo serotino mediante opportuni cambiamenti degli *zeitgebers*, si osserva che egli ricade in una fase tardiva non appena l'intervento viene interrotto (Facer-Childs et al., 2019).

Il cronotipo individuale è altresì influenzato da fattori come condizioni di illuminazione (Papatsimpa, 2021), utilizzo di dispositivi elettronici (Vollmer, 2012), assunzione di cibo (Mazri et al., 2020), consumo di caffeina (Whittier et al., 2014), attività fisica (Bugg, DeLosh, & Clegg, 2006), motivazione (Benedetti et al., 2015).

Le differenze individuali nelle preferenze circadiane – cronotipi – possono essere stimate registrando i livelli di melatonina o la temperatura del corpo (*Core Body Temperature*, CBT), ma tali misurazioni risultano essere piuttosto laboriose e costose, per di più non indicate per un grande numero di soggetti. Per ovviare queste problematiche, dalla letteratura emergono diversi questionari, la cui validità è stata dimostrata in vari studi controllando la congruenza dei risultati del questionario con le misure biologiche (i.e. temperatura corporea, livelli di cortisolo, diari del sonno).

Il primo strumento costruito per questo tipo di indagine è stato il questionario autosomministrato MEQ (*Morningness–Eveningness Questionnaire*, Horne & Ostberg, 1976), il cui punteggio è associato a differenti cronotipi che spaziano da “serotino estremo” (con punteggi più bassi), a “mattutini estremo” (con punteggi più alti).

Il suo scopo principale è misurare se il ritmo circadiano di una persona (orologio biologico) produce il picco di vigilanza al mattino, alla sera o in orari intermedi. Gli ideatori hanno dimostrato come questa fase corrisponde al momento di picco della temperatura corporea: soggetti mattutini hanno un picco di temperatura più precoce rispetto ai soggetti serotini, mentre gli intermedi hanno picchi di temperatura che spaziano tra i due (Horne & Östberg, 1976; Duffy et al., 1999; Natale & Alzani, 2001). Gli item del questionario indagano quando, nell’arco della giornata, i soggetti preferiscono impegnarsi in varie attività intellettuali e fisiche (ad es., “A che ora ti alzeresti se fossi completamente libero di pianificare la tua giornata?” oppure “Se andassi a letto alle 23:00, quanto ti sentiresti stanco?”).

Roenneberg e colleghi (2003a) hanno sviluppato il *Munich ChronoType Questionnaire* (MCTQ), che stima la preferenza circadiana di un individuo in base a un singolo punto di riferimento di fase, ossia le

registrazioni del punto medio del periodo di sonno nei giorni liberi (MSF). È stato evidenziato (Zavada et al., 2009) che il cronotipo (basato su MSF misurato dal MCTQ) è fortemente correlato ai risultati di preferenza circadiana ricavati dal questionario MEQ. Tuttavia, l'MCTQ raccoglie ulteriori informazioni dettagliate sul comportamento sonno-veglia nel contesto di vita quotidiana.

Per stimare il cronotipo di soggetti dai quattro agli undici anni, Werner et al. (2009) hanno utilizzato il CCTQ (*Children's ChronoType Questionnaire*), un riadattamento del *Munich Chrono-Type Questionnaire* (MCTQ). Per questo questionario i genitori rispondono ad una serie di domande aperte sui parametri sonno/veglia sia per i giorni programmati che per quelli liberi, ad es., l'orario in cui i figli vanno a dormire, l'ora in cui vengono spente le luci, la latenza del sonno in minuti, l'orario di sveglia, l'ora in cui si alzano e l'orario in cui il figlio è completamente vigile.

Il Questionario Morningness-Eveningness (MEQ, Horne & Östberg, 1976) è stato riadattato da Ishihara e colleghi (1990) per essere somministrato a bambini e adolescenti (MEQ-CA).

Molteplici studi in letteratura evidenziano come il cronotipo sia fortemente dipendente dall'età: soggetti giovani hanno prevalentemente preferenze circadiane mattutine, che tendono ad essere ritardate progressivamente a partire dai 10 anni, periodo che coincide con il passaggio dalla preadolescenza all'adolescenza, evidenziando un picco di tendenza serotina a 19 anni circa, la quale tende a regredire nuovamente con l'avanzare dell'età. (Carskadon et al., 1993; Kim et al., 2002; Gau & Soong, 2003; Russo et al., 2007; Fischer et al., 2017). I motivi per i quali gli adolescenti tendono a prediligere uno stile di vita a tendenza serotina sono attribuiti a fattori psicosociali (ad es., diminuito

monitoraggio da parte dei genitori sull'ora di coricarsi, maggiori responsabilità scolastiche, maggiori opportunità sociali, attività extrascolastiche e sportive etc.), ma – come descritto nel presente capitolo – è stato anche evidenziato il coinvolgimento di fattori biologici.

È stato inoltre osservato come la variabilità del cronotipo diminuisca con l'età e sia generalmente maggiore nei maschi rispetto alle femmine. In ogni caso, le differenze interindividuali maggiori si osservano tra i 15 e i 25 anni, motivo per il quale Roenneberg e collaboratori (2004), hanno proposto questo cambiamento come *marker* biologico che indica la “fine” dell'adolescenza.

In riferimento all'influenza del cronotipo individuale sulle prestazioni in differenti orari, dati dalla letteratura scientifica sull'argomento suggeriscono che risultati ottenuti in una serie di compiti rilevanti per l'ambito scolastico (come l'attenzione e la memoria) variano in sincronia con il cronotipo: prestazioni migliori al mattino rispetto al resto della giornata per soggetti mattutini e prestazioni migliori ad orari più tardivi per soggetti serotini (ad es., Intons-Peterson et al., 1998; Hasher et al., 2005).

Considerazioni corroborate da uno studio condotto da Goldstein e collaboratori (2007), nel quale si evidenzia come le valutazioni del QI variano notevolmente (in media di circa 6 punti QI) in funzione della corrispondenza tra l'ora del giorno ottimale per il soggetto che viene testato e l'orario della somministrazione.

In particolare, la letteratura ci indica che le variazioni di preferenza circadiana influiscono principalmente su compiti svolti in condizioni che richiedono una cognizione sostenuta, come i processi esecutivi o l'intelligenza fluida (Hasher et al., 1999). Al contrario, non ci si

aspettano differenze significative se la prova utilizzata per la misurazione è attribuibile ad una conoscenza consolidata, ad es., test di vocabolario in soggetti adulti (Hasher et al., 2005).

Una delle motivazioni alla base di queste differenze risiede nel fatto che, sia soggetti giovani che adulti, tendono ad utilizzare una strategia di elaborazione più dettagliata e specifica nei momenti per loro ottimali, mentre prediligono un'elaborazione più euristica e basata su schemi mentali consolidati quando l'orario in cui vengono testati non è coerente alle loro preferenze circadiane (ad es., Bodenhausen, 1990; Yoon, 1997; Hasher et al., 1999), al fine di ovviare il maggior sforzo cognitivo necessario.

È possibile affermare che la prevalenza dei cronotipi nella popolazione generale è fortemente influenzata dallo stile di vita, sia individuale che culturale, e che disturbi del sonno sono più marcati nelle persone maggiormente attive la sera (Nag & Pradhan, 2012).

Di fatto, la preferenza circadiana serale è maggiormente legata ad abitudini di vita malsane che possono comportare problematiche nel sonno, disordini nell'alimentazione, ed in generale un aumentato rischio di sviluppare disturbi psichiatrici ed esiti negativi per la salute mentale di tali soggetti (Kivelä et al., 2018). Al contrario, avere un cronotipo mattutino (o intermedio) è significativamente associato ad una minore probabilità di fumare e consumare alcolici e ad un minor livello di inattività fisica (Urbán et al., 2011).

La maggior parte degli studi mostra una specifica associazione tra cronotipo a tendenza serotina e un potenziale rischio di sviluppare sintomi depressivi (Bauducco et al., 2020), come il Disturbo Affettivo Stagionale (SAD), mentre una relazione con sintomi ansiosi

sembrerebbe interessare solamente soggetti di sesso maschile (Diaz-Morales et al., 2008).

Un'evidenza paradossale è stata discussa da Preckel e colleghi (2011) tramite la valutazione di quattro metanalisi, dalla quale è emerso come le preferenze circadiane, ossia il cronotipo individuale, siano significativamente correlate con le abilità cognitive. Il fattore di interesse risiede nel fatto che le prestazioni di soggetti serotini risulterebbero correlare positivamente con le abilità cognitive, ma negativamente con il rendimento scolastico, viceversa per soggetti con cronotipo mattutino.

Gli autori hanno discusso queste evidenze sostenendo che studenti serotini riscontrano una maggiore difficoltà nell'adattarsi all'orario scolastico, generalmente previsto per la prima mattina, orario che non gli permette di esprimere al meglio le loro potenzialità.

Nonostante questo, in accordo con l'evidenza che essere serotini comporta avere delle abilità cognitive maggiori (Roberts & Kyllonen, 1999, Kanazawa et al., 2009), altri autori riportano come questo tipo di studenti, sebbene testati in orari precoci rispetto alle loro preferenze circadiane, sembrerebbero performare meglio di altri mattutini in compiti specifici di memoria, velocità di elaborazione e abilità cognitive generali come la memoria di lavoro (Schmidt et al., 2007; Zarch et al., 2018).

Capitolo 2. Abilità cognitive

Ribadiamo che la presente ricerca è inserita all'interno di uno studio più ampio atto a valutare le abilità sottostanti alla lettura, tuttavia essa ha considerato e si è focalizzata principalmente sulle prove riguardanti aspetti strettamente cognitivi, di cui in seguito verrà fornito un breve *excursus* per comprendere nello specifico quali abilità sono state testate attraverso le prove somministrate, ponendo una maggior attenzione per i costrutti di intelligenza fluida, memoria di lavoro e velocità di elaborazione, dei quali la letteratura ci evidenzia una stretta correlazione, un simile andamento nel tempo e una maggiore rilevanza rispetto ad altri costrutti in riferimento alle abilità cognitive (Fry & Hale, 2000).

Un'ampia ricerca nel campo dell'apprendimento si concentra sulle capacità cognitive in relazione alle differenze individuali, le quali sono considerate un buon predittore del rendimento scolastico (Deary et al., 2007; Mayes et al., 2009). Una metanalisi di Fraser e colleghi (1987) ha mostrato una forte correlazione (0.71) tra QI e rendimento scolastico, medesimo risultato, sebbene con una correlazione leggermente meno accentuata, evidenziato da Kuncel e colleghi (2004). In media, la correlazione tra misure di intelligenza e rendimento scolastico è di circa 0.30/0.50 (Rindermann & Neubauer, 2004; Spinath et al., 2006).

È bene osservare che la variabilità individuale limita la capacità di individuare un'età precisa di completa maturazione cognitiva, ma una cosa certa è che, in concomitanza allo sviluppo delle capacità mentali, dalla tarda infanzia all'adolescenza si affrontano processi di modificazione strutturale cerebrale come la potatura sinaptica (Huttenlocher, 1990; Giedd et al., 1999), ossia l'eliminazione selettiva delle connessioni neuronali non necessarie, utile a migliorare ed accelerare la precisione dell'elaborazione

delle informazioni, e la mielinizzazione (Yakovlev & Lecours, 1967; Benes et al., 1989), ossia l'isolamento delle connessioni assionali che ottimizza la propagazione dei segnali elettrici in tutto il sistema nervoso centrale (Giedd et al., 1999).

Intelligenza fluida (Gf)

Il concetto di intelligenza fluida (e cristallizzata) è stato introdotto nella comunità psicologica circa 80 anni fa da Raymond B. Cattell (autore di una delle prove somministrate nella presente ricerca, *Culture fair intelligence test*) e continua ad essere un'area di ricerca attiva e oggetto di controversia. Si tratta di un'abilità strettamente legata ai processi cognitivi di base. Facendo un passo indietro, ripercorriamo alcune delle più importanti scoperte e considerazioni in relazione all'intelligenza.

Il primo studioso ad addentrarsi nella natura del funzionamento intellettuale è stato Francis Galton (1883), il quale ha svolto delle indagini quantitative sulle abilità umane di base mediante una procedura di relazione da lui ideata: la correlazione. Egli riteneva che una specifica abilità generale fosse il fulcro di tutte le attività che richiedono uno sforzo mentale, ma durante le sue ricerche non è mai riuscito a rilevare tale capacità (Jensen, 1998).

Alcuni anni a seguire, anche Spearman (1904) si è interessato all'ipotesi proposta da Galton e, mediante la procedura di analisi fattoriale da lui inventata, pubblica un articolo in riferimento all'abilità mentale generale, indicando come tutte le attività intellettuali abbiano una "funzione" (o gruppo di funzioni) in comune, la quale viene da lui denominata *g*.

Durante la prima metà del XX secolo, la maggior parte dei test di intelligenza costruiti ed utilizzati per le ricerche, non erano ancorati ad una teoria dell'intelligenza esplicita e convalidata, ma erano costituiti da un insieme di test relativi alla memoria a breve termine, ragionamento verbale,

vocabolario e simili. Probabilmente, il primo test di intelligenza per adulti saldamente ancorato a una teoria esplicita fu il *Bellevue Intelligence Examination* (Wechsler, 1939), che in seguito fu rinominato come *Wechsler Bellevue Intelligence Scale*.

In seguito ad aver approfondito l'ipotesi proposta da Spearman sull'argomento, R.B. Cattell riferì di aver iniziato ad avanzare qualche dubbio sul fattore *g* ad esempio, che le indagini svolte mediante i suoi test *culture fair* rivelavano che oltre allo *g* di Spearman c'era la presenza di un altro fattore, che le indagini sull'intelligenza fluida avevano prodotto una deviazione standard di circa 24, rispetto a 15 o 16 per i tradizionali test di intelligenza e che le curve dell'età variavano rispetto a prestazioni cognitive o verbali. A tal proposito, egli nel 1941 presentò la sua teoria secondo cui la *g* di Spearman era costituita effettivamente da due fattori primari, da lui definiti intelligenza *fluida* (*Gf*) e *cristallizzata* (*Gc*). La prima rappresentata dalla capacità biologica di apprendimento (inclusa la capacità di acquisire nuove abilità), mentre la seconda in riferimento alla conoscenza acquisita e all'istruzione.

A conferma di ciò lui stesso ha osservato che una specifica lesione cerebrale sembra influenzare le misure dell'intelligenza fluida in modo diverso rispetto a quelle dell'intelligenza cristallizzata e che le curve di età riguardo le differenti prestazioni sono piuttosto diverse tra le abilità fluide e cristallizzate.

A seguito di questa ipotesi, nel 1968 Horn e Cattell dimostrarono la presenza di nove fattori principali che potevano spiegare la varianza tra 31 fattori primari considerati. Fattori cognitivi includevano l'intelligenza fluida, mentre fattori di personalità includevano tratti individuali come la desiderabilità sociale (Horn & Cattell, 1968). Sostanzialmente, determinarono che il fattore *g* di Spearman non è un fattore unitario, bensì composto da due fattori.

Anni addietro, sia Binet (Binet & Simon, 1905) che Wechsler (1950) ipotizzarono che ad influire sull'intelligenza erano sia fattori cognitivi sia di personalità e temperamento, ma essi non avevano offerto alcuna linea guida esplicita su come dimostrare tale ipotesi, fatto che invece si ottenne nello studio appena citato.

Successivamente, Carroll (1993) ha ipotizzato una struttura gerarchica a tre strati, sulla base di una rianalisi di una serie di abilità cognitive. Intelligenza fluida e cristallizzata risiedevano nel secondo strato, assieme a memoria generale, percezione uditiva e velocità di elaborazione, mentre *g* era disposta nella parte superiore, ossia il terzo strato.

Da qui si può intuire che Carroll non condivideva l'ipotesi di Cattell sul fatto che *g* fosse composto da due fattori primari. Nonostante questo, egli affermava che il modello di Cattell & Horne sembrava fornire un approccio ragionevole e soprattutto fondato, rispetto alla struttura delle abilità cognitive, anche se non parlava di un fattore *g* che potesse spiegare le correlazioni tra fattori generali "di secondo ordine". Pertanto, sebbene Carroll non abbia convalidato le scoperte di Cattell sulle capacità intellettuali cristallizzate e fluide, la sua ricerca ha supportato la scoperta di Spearman (1904) riguardo al fattore *g*.

Comunque, la teoria di Cattell dell'intelligenza fluida e cristallizzata è stata accettata anche da editori come NCS Pearson, i quali l'hanno utilizzata per lo sviluppo di nuovi test per l'età evolutiva (*Wechsler Intelligence Scale for Children-Fifth Edition* [WISC-V], Wechsler, 2014).

È importante evidenziare che, sebbene il manuale WISC-IV sia stato costruito per la valutazione di cinque fattori (comprensione verbale, funzioni visuo-spaziali, memoria di lavoro, ragionamento fluido e velocità di elaborazione) e che il fattore di ragionamento fluido sia correlato con il fattore generale di ordine superiore (*g*), una recente ricerca di Canivez e

collaboratori (2016) non ha avvalorato la presenza di un “fattore di ragionamento fluido” separato.

Detto ciò, possiamo affermare che è ancora aperto il dibattito scientifico sul fatto che *g* sia fattore unitario o un costrutto multifattoriale, ma possiamo riportare delle considerazioni sull'intelligenza fluida.

Focalizzandoci unicamente su *Gf*, possiamo affermare che sia un fenomeno innato e che risulti avere una natura ereditaria. Una definizione di tale costrutto è stata proposta da Flanagan e colleghi (2000). Essi affermano che essa “si riferisce a operazioni mentali che un individuo può utilizzare per affrontare un compito relativamente nuovo, il quale non può essere eseguito automaticamente. Queste operazioni mentali possono includere la formazione e il riconoscimento di concetti, il trarre inferenze e la risoluzione di problemi. Il ragionamento induttivo e deduttivo sono generalmente considerati gli indicatori caratteristici della capacità propria dell'intelligenza fluida”. Queste operazioni mentali sono sostanzialmente funzioni esecutive, mnemoniche e percettive, le quali sono per di più associate alla regione frontale, temporale mediale e posteriore del cervello.

Test tradizionali che misurano l'intelligenza fluida sono generalmente prove non verbali e *culture-free*, che si basano sul ragionamento e sulla scoperta di leggi/regole partendo da casi ben definiti, *ad esempio* le scale Wechsler, costituite da più prove (*subtest*) come Completamento di Figure, Riordinamento di Storie Figurate, Disegno con i Cubi, Ricostruzione di Figure ed Associazione di Simboli a Numeri misurano le abilità fluide; mentre Informazione, Vocabolario, Analogie e Comprensione sono considerate misure delle abilità cristallizzate (LaRue, 1992). I *subtest* per le capacità fluide valutano principalmente la velocità di risposta corretta.

A differenza dell'intelligenza cristallizzata, la quale rimane pressoché stabile con l'avanzare dell'età, l'intelligenza fluida sembra raggiunge il suo picco massimo intorno ai 25 anni per poi iniziare il suo declino (Gilinsky & Judd, 1994; Baltes, 2000), evidenziando differenze d'età tra giovani e adulti/anziani più marcate, a favore dei giovani, rispetto a Gc.

Un altro fattore da considerare è che la prestazione in abilità fluide potrebbe essere influenzata dall'effetto coorte (o di generazione): tale effetto è il risultato dell'esposizione ad un fattore ambientale (o anche più fattori) che influenza unicamente i soggetti nati durante il medesimo periodo (coorte). Di fatto, l'effetto coorte sembra essere particolarmente influente in ricerche trasversali, dal momento in cui vengono confrontati soggetti di età diverse, di conseguenza le differenze potrebbero essere dovute all'età, ma anche derivanti da cambiamenti a livello storico, culturale, sociale ed educativo.

Memoria di Lavoro (MdL)

L'articolo di Baddeley (2010) pubblicato su *Current Biology* descrive la memoria di lavoro (MdL) come un sistema cerebrale atto ad elaborare e mantenere attive in memoria determinate informazioni per brevi periodi di tempo, al fine di utilizzarle per eseguire compiti complessi come il ragionamento, la comprensione del testo, la risoluzione dei problemi e l'apprendimento.

Già nel 1992 Baddeley aveva presentato questo modello per la memorizzazione e l'elaborazione simultanee delle informazioni. Nello specifico, aveva presentato il sistema di memoria di lavoro suddiviso in sottocomponenti. Un sistema di controllo attentivo generale (l'esecutivo centrale), il quale supervisiona e coordina due servo-sistemi: il taccuino visuospatiale, per l'elaborazione del materiale non verbale, e il ciclo fonologico, responsabile dell'elaborazione dell'informazione linguistica.

Il *buffer* episodico è stata l'ultima componente ad essere aggiunta al modello di Baddeley (Repovs & Baddeley, 2006). Esso avrebbe la funzione di rendere possibili operazioni di scambio di informazioni tra magazzini diversi. Attraverso una funzione di intermediazione riuscirebbe ad integrare al suo interno i codici differenti utilizzati dagli altri sottosistemi, creando così delle rappresentazioni multidimensionali.

La memoria di lavoro viene spesso valutata utilizzando compiti di *span* complessi, che richiedono contemporaneamente l'elaborazione e il mantenimento delle informazioni al fine di rispondere al compito. Secondo Baddeley e Logie (1999), le prove di *span* complesso si basano su una combinazione di risorse dominio-specifiche e dominio-general. Il taccuino visuospatiale e il ciclo fonologico supportano l'archiviazione di informazioni dominio-specifiche, mentre la loro elaborazione attinge da risorse dominio-general. Inoltre, l'esecutivo centrale supporta il coordinamento delle operazioni richieste in tali compiti (Baddeley, 1996).

I compiti complessi di MdL sono ad esempio *span* con categorizzazione (nel quale viene richiesto di memorizzare liste di parole da utilizzare per rispondere al compito), *listening/reading span test* (lo stesso, ma con frasi come *item*) o *span* con operazioni matematiche. Un'altra modalità di prova sono i compiti di *n-back*, i quali implicano processi di aggiornamento in MdL: vengono presentati una serie di stimoli e viene chiesto al partecipante di indicare per ogni stimolo presentato se è il medesimo di quello presentato *n* volte prima; oppure, sempre in riferimento all'*updating*, viene utilizzato il *running memory span*: anch'esso richiede di mantenere ed aggiornare in memoria informazioni ma, a differenza dei compiti di *n-back*, presuppone che il partecipante ricordi gli ultimi tre o quattro stimoli della serie, solo dopo che questa viene presentata interamente.

Tali compiti vengono utilizzati non solo per una valutazione delle capacità di MdL, ma anche come tipologie di *training* per potenziare tale abilità cognitiva, per lo più al fine di ottenere effetti di trasferimento ad altre abilità cognitive.

La MdL è ritenuta un sistema a capacità limitata e risulta essere uno dei più significativi predittori dell'intelligenza fluida (Conway, et al., 2002; Shelton et al., 2009), anche se la natura sottostante alla medesima associazione non sembra essere del tutto chiara.

Tale ruolo, parrebbe essere confermato dal modello d'intelligenza di Cornoldi e Vecchi (2003), il quale considera la MdL tra i meccanismi più importanti per il funzionamento intellettuale. Il modello raffigura l'intelligenza con la forma di un cono, al cui apice corrispondono le funzioni intellettive più controllate (ad es., ragionamento, comprensione, etc.), le quali sono supportate dai processi di alto controllo attentivo, propri della memoria di lavoro. Alla base del cono sono collocate le funzioni meno controllate (che dipendono dalla natura del materiale da elaborare) e che richiedono minor controllo attentivo/esecutivo.

Secondo Engle e colleghi (2010), MdL e Gf si basano entrambi su meccanismi di controllo attentivo: nei compiti di Gf è richiesto il controllo cognitivo per analizzare i problemi, monitorare la prestazione e adattare la strategia di risoluzione man mano che la *performance* procede, nei compiti di MdL il controllo cognitivo risulta necessario al fine di mantenere le rappresentazioni mnestiche in uno stato attivo per evitare l'interferenza; indicando quindi che il controllo cognitivo è la fonte principale della relazione con l'intelligenza fluida (tesi supportata anche da Conway et al., 2002 e Kane et al., 2004). Anche il modello di Cornoldi e Vecchi (2003) è orientato verso la medesima direzione, sostenendo che l'associazione tra MdL e intelligenza è più forte all'aumentare del livello di controllo attentivo

richiesto da un compito, in termini di numero e complessità di operazioni da svolgere sull'informazione che è stata temporaneamente immagazzinata.

Contrariamente, Colom e colleghi (2005; 2008) hanno ipotizzato che non sono i meccanismi di controllo attentivo i responsabili del legame tra MdL e Gf, ma bensì la memoria a breve termine, di conseguenza la MBT è stata da loro identificata come un predittore più forte dell'intelligenza fluida.

Una spiegazione della discrepanza tra questi studi potrebbe essere che il grado in cui MBT e MdL sembrano essere correlate o meno dipende dagli specifici compiti utilizzati: l'uso di compiti diversi da parte di differenti gruppi di ricerca confonde i risultati. Un'ulteriore spiegazione potrebbe essere quella messa in luce da Unsworth ed Engle (2006). Nel loro studio hanno dimostrato che un compito di *span* semplice con lunghi elenchi di elementi sfrutta il medesimo meccanismo di recupero controllato dei compiti di *span* complessi. Gli autori sostengono che gli elementi finali di un lungo elenco vengono recuperati da un magazzino di MBT a capacità limitata (o memoria primaria), mentre gli elementi dall'inizio dell'elenco, i quali sono stati spostati da quest'ultimo, vengono recuperati tramite una ricerca dalla cosiddetta "memoria secondaria" (Bayliss, Jarrold, Gunn e Baddeley, 2003). Pertanto, è probabile che test di *span* semplici e complessi utilizzino sia processi relativi all'archiviazione in MBT, sia processi di controllo cognitivo, ma in misura diversa: mentre i compiti di *span* complessi riflettono principalmente il controllo cognitivo e l'archiviazione in "memoria secondaria", le misure di *span* semplici sono più sensibili all'archiviazione in MBT (primaria) e dipendono meno dal controllo cognitivo (Kane, et al., 2004; Unsworth & Engle, 2006).

Per l'appunto i medesimi autori (2007) suggeriscono che le differenze individuali nella capacità di memoria di lavoro siano in parte dovute alla capacità di mantenere le informazioni accessibili nella memoria primaria e alla capacità di cercare informazioni dalla memoria secondaria.

A dimostrazione di ciò anche il fatto che studi che valutano le differenze individuali nella capacità di memoria di lavoro hanno suggerito che gli individui con scarsa capacità di MdL dimostrano prestazioni peggiori su una varietà di compiti di attenzione e memoria rispetto agli individui con capacità di memoria di lavoro più elevate.

Un'interpretazione differente alla proposta di Colom, secondo cui la relazione tra Gf e MdL è mediata dalla capacità MBT di un individuo (Colom, et al., 2005; Colom et al., 2008), è stata sostenuta in uno studio di De Abreu e colleghi (2010), i quali sostengono, come gli autori citati in precedenza (Engle et al., 1999; Cornoldi & Vecchi, 2003; Conway et al., 2005; Kane & Engle, 2004), che i meccanismi di controllo cognitivo sono alla base delle prestazioni di compiti complessi di MdL e valutazioni dell'intelligenza fluida.

Nonostante questo, sebbene MdL e MBT vengano considerati due costrutti indipendenti, i quali talvolta vengono misurati separatamente, non ci sono test che ottengono una misura pura di soltanto uno dei due.

Sullo sviluppo di tale abilità, Gathercole e colleghi (2004) ci suggeriscono che la struttura di base della memoria di lavoro è presente a partire dai 6 anni di età, probabilmente anche da prima, ed ogni sua componente (esecutivo centrale, *loop* fonologico, taccuino visuospatiale e *buffer* episodico) subisce una notevole espansione di capacità funzionale durante gli anni della scuola primaria e secondaria di primo grado fino all'adolescenza e si ritiene che il suo sviluppo sia alla base dell'emergere di abilità mentali complesse (Nelson et al., 2000).

Seguendo la linea teorica del modello proposto da Cornoldi e Vecchi (2003), possiamo determinare quindi che, se la MdL e l'intelligenza condividono una capacità comune limitata, allora allenando x soggetti in una

prova di MdL si dovrebbero ottenere benefici su altre abilità che condividono processi simili. In altre parole: potenziare la MdL farebbe ottenere benefici in processi ad essa associati. Questa ipotesi è avvalorata da Morrison e Chein (2011), in modo particolare per quanto riguarda la *capacità* di memoria di lavoro, e da Au e colleghi (2015), i quali hanno ottenuto un piccolo ma significativo effetto positivo di *training* di compiti *n-back* sull'intelligenza fluida.

Velocità di elaborazione

La velocità di elaborazione è definita in termini di rapidità con cui vengono iniziate e condotte operazioni cognitive elementari ed è considerata una parte fondamentale dell'architettura del sistema cognitivo. Per lo più, è stato dimostrato come allenando tale abilità si ottengano riscontri positivi anche in termini di attività legate alla vita quotidiana, come prestazioni di guida più sicure (Ball et al., 2007).

Molte variabili cognitive riflettono la velocità di elaborazione e la maggior parte di queste sono fortemente correlate all'età (Salthouse, 2000). In particolare, essa è considerata uno dei fattori principali che spiegano le differenze che l'avanzare dell'età genera sulla cognizione nel corso della vita, assumendo un ruolo preponderante nello sviluppo e nell'invecchiamento (De Beni & Borella, 2015).

Kali e Robert (1991) studiando l'invecchiamento cognitivo, hanno cercato di evidenziare quali meccanismi potrebbero essere responsabili delle differenze di età nella velocità di elaborazione. È noto che bambini ed anziani abbiano un tempo di risposta maggiore rispetto a giovani-adulti, evidenziando come la mancata maturazione cognitiva nei bambini e un rispettivo graduale declino cognitivo negli anziani, potrebbero spiegare il motivo di un rallentamento nella velocità di elaborazione, probabilmente dovuto ad un unico fattore generale (Salthouse & Somberg, 1982). Di per sé

questo fattore generale non è compito-specifico e tende a modificarsi sistematicamente in correlazione all'età. Ad esempio, considerando che l'aumentare dell'età porta generalmente un aumento delle risorse cognitive, queste potrebbero produrre miglioramenti in compiti che implicano la velocità di elaborazione.

Il fattore di cui parlavano Salthouse e Somberg potrebbe essere associato al fattore *g* di Spearman (1904), nello specifico all'intelligenza fluida (*Gf*, Cattell, 1941). Di fatto, già nel 1883 Galton aveva ipotizzato che differenze tra individui nei tempi di reazione potevano essere considerate come la misura più appropriata per determinare il livello di "intelligenza" (Galton, 1883; 1908). Questa ipotesi di per sé fu accantonata da ricerche successive che stabilirono come il principale predittore di intelligenza (fluida) è la memoria di lavoro (Engle et al., 1999; Conway et al., 2002; Shelton et al., 2009).

Quindi, la velocità di elaborazione non risulta essere il principale predittore dell'intelligenza fluida, sebbene sia ad essa fortemente correlata (Neisser et al., 1996; Roberts e Stankov, 1999). Anche Zimprich e Martin (2002) confermano tale ipotesi: testando un campione di soggetti anziani hanno determinato che effettivamente i cambiamenti nella velocità di elaborazione correlavano (.53) con modificazioni nell'intelligenza fluida.

In riferimento a questo, Carella e Hale (1994) hanno mostrato come il tempo richiesto per effettuare operazioni mentali sia rappresentato da una funzione a *U* secondo cui soggetti necessitano di maggiore tempo nell'infanzia che va a diminuire con l'avanzare dello sviluppo, seguito da una fase di *plateau*, ovvero di mantenimento di tempi bassi di elaborazione durante tutta la gioventù e la prima età adulta, terminando con un graduale declino della stessa nell'età adulta più avanzata e nell'invecchiamento.

Sebbene si potrebbe pensare che la velocità di elaborazione sia un costrutto unitario, è teoricamente più probabile che essa abbia una struttura complessa.

Horn e Noll (1994) hanno inserito nella teoria *Gf-Gc* di Horn e Cattell (1968) un fattore di velocità chiamato velocità di decisione corretta, ricavato dalla velocità con cui le persone rispondono correttamente ad una serie di test. Successivamente, Roberts e Stankov (1997) hanno proposto un modello gerarchico di velocità di elaborazione in cui, partendo dal minor livello di complessità, si trova la “velocità di svolgimento del test”, ossia il tempo totale impiegato dai soggetti per completare un determinato compito, seguita dalla “velocità percettiva”, identificata come il tempo che un qualsiasi soggetto impiegherebbe teoricamente se gli fosse concesso un tempo illimitato. Un successivo livello di difficoltà è contrassegnato dal “tempo di decisione” (DT), ossia il tempo necessario per prendere una decisione semplice basata sulle informazioni ricavate dallo stimolo; il livello più basso è occupato dal “tempo di movimento” (MT), il tempo derivante dalla performance psicomotoria, associato a minimi requisiti cognitivi. Un’analoga suddivisione è stata confermata anche da O’Connor e Burns (2003), mentre Salthouse (2000b) aveva identificato altri due ulteriori fattori associati al medesimo costrutto: tempi di reazione (ossia il tempo che intercorre tra la presa visione degli stimoli e la risposta, ad esempio premere un tasto) e decorso temporale delle risposte interne (la latenza di particolari componenti dei potenziali evento-relati).

Questo per evidenziare che, come messo in luce dagli autori citati, ci è possibile determinare che il costrutto di velocità di elaborazione è dato dalla somma di una serie di variabili di velocità.

Generalmente, tale costrutto viene testato mediante prove che richiedono di dare una risposta il più velocemente possibile o di dare il maggior numero

di risposte in un determinato limite di tempo. Ne è un esempio la prova di Riconoscimento di Simboli (Wechsler, 2003b) utilizzata nella presente ricerca, ossia una prova di velocità percettiva in cui il compito richiesto è di confrontare il più velocemente possibile una serie di simboli e rispondere correttamente a più item possibili in un determinato intervallo di tempo.

Altri esempi di prove sono quelle sui tempi di reazione semplici, in cui è richiesto di premere velocemente un tasto ogni volta che appare uno specifico item sullo schermo; oppure prove sui tempi di reazione complessi, presentate come la precedente, ma con l'indicazione di premere uno fra diversi tasti a seconda dello stimolo che compare.

Per ottenere buoni risultati in test come questi sopracitati, è sottointeso che i soggetti abbiano una discreta capacità di controllo attentivo. Di fatto, è stato dimostrato come gruppi di soggetti con deficit nella velocità di elaborazione (ad es., bambini, anziani, giovani-adulti con basso livello di QI) abbiano anche delle difficoltà a regolare l'attenzione e di conseguenza potrebbero essere particolarmente vulnerabili alla distrazione e performare peggio anche per questo motivo (Fry & Hale, 1996; Engle et al., 1999; Lustig et al., 2006).

Accesso lessicale

Cacciari (2001) definisce l'accesso lessicale come “quel processo in cui tutte le informazioni che concernono una parola –di tipo fonologico, morfologico, semantico e sintattico – sono contemporaneamente disponibili, senza che ciò necessariamente implichi che sia avvenuta la selezione di una parola specifica”.

È da specificare il fatto che le abilità sottostanti alla prova di denominazione rapida di figure (Denckla & Rudel, 1976) somministrata in questo studio sono più di una: il riconoscimento dell'oggetto (figura), l'attivazione semantica, e l'accesso lessicale (Barry et al., 2001). Di fatto, a

differenza di quanto avviene per il processo di lettura di parole, non è possibile denominare un oggetto senza averlo “riconosciuto”.

Il filone di ricerca riguardante le modalità di accesso al lessico mentale, ossia “l’insieme delle conoscenze di un parlante sulle parole della propria lingua” (Peressotti & Job, 2006), risulta essere motivo di controversie.

Come abbiamo detto, l’accesso lessicale è uno dei meccanismi all’interno del processo di denominazione, di cui uno degli autori più importanti ad esprimersi a riguardo è stato Levelt (1989; 1992; 1999). Secondo la sua teoria il processo di denominazione avviene mediante quattro livelli di elaborazione: innanzitutto il soggetto deve attivare i concetti lessicali, in seguito, selezionare i “lemmi”, ossia le informazioni semantiche e sintattiche in riferimento alla parola: mediante questa selezione si passa da una rappresentazione concettuale della parola ad una rappresentazione lessicale. Il meccanismo prosegue con una codifica morfologica (dei “lessemi” altresì detti “morfemi”, ossia le informazioni fonologiche relative alla medesima parola; Kempen and Hoenkamp, 1983) e una codifica fonologica della parola nel suo contesto frasale per terminare con una codifica fonetica. (Levelt, 1999).

Attraverso un processo di “preparazione concettuale” si attivano i concetti lessicali, necessari per la produzione di una parola con significato. Il meccanismo alla base di questo processo è la presenza di una sorta di *network* che permette di attivare concetti semanticamente correlati. Successivamente, il soggetto, consapevole del concetto che vuole esprimere, recupera un concetto lessicale (i.e. un lemma) dal lessico mentale. Quest’ultimo è un processo estremamente rapido, considerando che parlando recuperiamo in media circa due/tre parole al secondo. A questo punto si passa alla codifica morfologica e fonologica. Al fine di organizzare i gesti articolatori appropriati per la parola in questione, il soggetto deve

recuperarne la forma fonologica dal lessico mentale, ma per evitare un'eccessiva interferenza, solo i lemmi selezionati verranno attivati fonologicamente. Il processo termina con la codifica fonetica vista come l'organizzazione dei gesti articolatori da compiere per pronunciare la/le parola/e.

Secondo Levelt, le fasi di elaborazione si susseguono in serie: non è prevista elaborazione parallela né *feedback* tra selezione lessicale e codifica morfologica, che avvengono in momenti distinti e sequenziali, di conseguenza non c'è interazione tra i processi a diversi livelli.

La concezione di questa teoria rientra nell'approccio *modularista*, secondo cui, per l'appunto, il passaggio tra differenti livelli di elaborazione avviene in modalità gerarchica, sequenziale e cronologicamente distinta: si procede ad un livello successivo solamente dopo aver terminato l'elaborazione allo stadio precedente (ad es., Fodor 1983; Elman & Bates, 1993).

L'approccio che si contrappone a questo è quello *connessionista*, (ad es., Rumelhart e McClelland, 1986; Pessa, 1993), secondo il quale non è esclusa la distinzione in livelli di elaborazione (come sopra), ma prevede che essi operino in parallelo e in maniera continua, integrando le varie informazioni, attraverso le reti neurali, man mano che esse diventano disponibili.

Tale approccio si rivede anche nel modello interattivo a due vie di Dell e colleghi (1997). Gli autori ritengono che il recupero delle informazioni avvenga mediante una diffusione interattiva e bidirezionale dell'attivazione: le informazioni rilevanti per l'accesso alle parole, come le caratteristiche semantiche, possono influenzare il recupero fonologico e, a loro volta, le informazioni fonologiche possono influenzare il recupero delle parole.

Percezione visiva della direzione del movimento

Questa abilità viene considerata, in particolare negli studi riguardanti i disturbi del neurosviluppo relati alla lettura, come uno dei principali indicatori dell'efficienza della via magnocellulare, ossia quella parte del sistema visivo deputata a rilevare movimenti e cambiamenti rapidi nella periferia del campo visivo (Stein & Walsh, 1997).

Nello specifico, il compito *Coherent Dot Motion* (CDM), utilizzato nel presente studio, viene utilizzato per valutare la percezione visiva del movimento in studi che indagano il disturbo specifico nell'apprendimento della lettura: la dislessia. La letteratura evidenzia come soggetti a rischio da un punto di vista ereditario (Kevan & Pammer, 2008) o con disturbo di dislessia diagnosticato (Slaghuys & Ryan, 1999) ottengono punteggi inferiori nella suddetta prova rispetto a soggetti con sviluppo tipico in riferimento all'abilità di lettura.

A supporto di ciò, l'ipotesi del deficit visivo sostiene che alla base di questo disturbo possa esserci un danno a carico del sistema visivo magnocellulare, il quale sembrerebbe essere implicato nell'attenzione focalizzata su stimoli visuospatiali (Vidyasagar & Pammer, 2010).

E' possibile affermare, quindi, che un'errata elaborazione degli stimoli visivi potrebbe essere causata anche da un inadeguato funzionamento della via magnocellulare, con conseguente "effetto *crowding*" (i.e. «affollamento»), originato da una minore risoluzione spaziale che impedirebbe la distinzione di stimoli visivi molto vicini tra loro come ad esempio le lettere all'interno di una parola (Martelli et al., 2009).

Poiché l'inadeguato funzionamento della via magnocellulare può essere diagnosticato precedentemente rispetto ai disturbi della lettura e del linguaggio, questa tipologia di indagini si propone di aprire la strada a programmi di prevenzione precoce, i quali potrebbero aiutare a ridurre l'incidenza della dislessia (Gori et al., 2016).

Si noti che la prova CDM è stata inclusa nella ricerca perché il progetto più ampio entro il quale sono stati raccolti i dati prevedeva un'enfasi sulle abilità sottostanti alla lettura, mentre la presente tesi si è focalizzata non tanto sulle abilità strettamente relate alla lettura, bensì su aspetti cognitivi più generali, quali descritti precedentemente.

Capitolo 3. La mia ricerca

Obiettivi

La mia ricerca è inserita all'interno di uno studio più ampio, progettato al fine di analizzare la relazione tra cronotipo individuale e abilità di lettura/abilità di dominio generale e specifico.

La presente tesi ha considerato ed analizzato un sottoinsieme di prove relative agli aspetti strettamente cognitivi, con l'obiettivo di valutare come e se le preferenze circadiane soggettive, ossia il cronotipo individuale, e il momento della giornata (in questo caso, circoscritto all'arco della mattinata) in cui vengono somministrate le prove possono influire su prestazioni di tipo cognitivo, in un campione di soggetti di cui il *range* di età è compreso tra gli 8 e i 15 anni.

Nonostante ciò, nella seguente descrizione di materiali e procedure verranno presentate tutte le prove somministrate agli studenti, anche quelle non strettamente legate agli aspetti cognitivi, in quanto facenti parte dell'insieme di prove necessarie al più ampio progetto in cui la presente tesi è inserita.

METODO

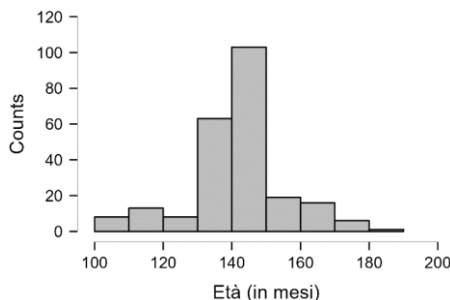
Partecipanti

Il campione per la nostra ricerca è composto da 14 classi, per un totale di 241 partecipanti nati in Italia, selezionati da tre scuole differenti: Scuola Secondaria di Primo Grado Cappelletti Turco, Colognola ai Colli, VR; Istituto Comprensivo di Borgo Roma, VR; Istituto Comprensivo San Martino di Lupari, PD.

In particolare, le classi selezionate dai rispettivi dirigenti scolastici sono state: una terza, una quarta e una quinta classe dalla scuola primaria, otto

classi del primo anno, due del secondo e una del terzo dalle scuole secondarie di primo grado. Il *range* di età spazia dai 102 mesi (8 anni) ai 183 mesi (15 anni), con una media di 142 mesi (11,8 anni) e $DS=13,3$.

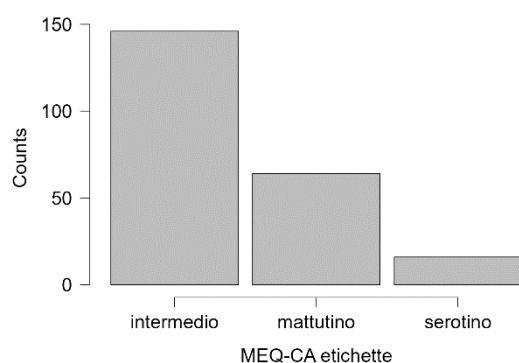
Considerando che 164 soggetti sul totale sono selezionati dalla classe prima media, più della metà del campione ha un'età di 11 o 12 anni.



Il campione è composto da 121 maschi e 117 femmine, di cui 3 soggetti non hanno inserito il loro genere nel questionario MEQ-CA, unico strumento dal quale avevamo possibilità di recuperare questo dato specifico.

I soggetti selezionati hanno uno sviluppo tipico, gli eventuali dati di studenti con diagnosi di disturbi dell'apprendimento, altre casistiche varie psicopatologiche o differenze individuali specifiche (ad es., mancata conoscenza della lingua italiana) sono stati eliminati dalle analisi, per un totale di 27 soggetti esclusi.

Una caratteristica rilevante ai fini di questa ricerca è stata ottenuta dallo *scoring* della prova MEQ-CA, ossia la distribuzione del cronotipo dei soggetti testati, classificati per le analisi in “serotini”, “intermedi” e “mattutini”. Se osserviamo il grafico, notiamo la prevalenza di un cronotipo intermedio nella maggior parte del campione (146 soggetti), 16 i partecipanti serotini e 64 mattutini.



A fronte di questi dati, se considerata l'età media del campione, possiamo ipotizzare che il numero di mattutini sia superiore semplicemente perché i soggetti testati sono più giovani.

Materiali - Parte collettiva

INTELELIGENZA FLUIDA – *Culture fair intelligence test* (R. B. Cattell e A. K. S. Cattell, 1949) Scala 2 – Forma A.

Questo è uno strumento per la misurazione del pensiero analogico deduttivo inserito nell'incontro collettivo. Gli item delle prove si possono considerare "non verbali", ciò consente di ottenere una misurazione il più possibile libera da influenze sociali e culturali.

In Italia sono disponibili due scale di questo test (Scala 2 e Scala 3), strutturate con difficoltà crescenti e proposte entrambe in due forme parallele: A e B. Ai soggetti è stata somministrata la Scala 2 – Forma A, la quale è composta da 4 test.

Dopo aver consegnato il fascicolo ad ogni studente, la procedura prevede che il gruppo classe prosegua contemporaneamente ascoltando la lettura delle istruzioni da parte dell'operatrice, specifiche per ciascuna prova, le quali contengono alcuni esempi utili alla comprensione del quesito. Successivamente all'aver accertato che ciascuno studente abbia compreso il compito, viene fatto partire il cronometro ed i soggetti possono iniziare, tutti

nello stesso momento, secondo indicazione della sperimentatrice che, al termine del tempo, dice “stop” e avverte gli studenti di fermarsi e posare le matite.

Nel primo test è richiesto di selezionare la giusta alternativa tra cinque proposte, al fine di completare la quarta casella mancante in una sequenza di senso compiuto: solo una delle risposte è quella corretta (vedi appendice, p. 87).

Il test 1 contiene 12 item per i quali sono previsti dal manuale 3 minuti di tempo.

Il secondo test è composto da 14 item nei quali il soggetto deve selezionare una figura tra le cinque proposte, le quali sono tutte logicamente accomunate, tranne una: la risposta che deve segnare il soggetto. Per questa prova ci sono a disposizione 4 min (vedi appendice, p. 90).

Il test 3 presenta una matrice 2x2 con alcuni simboli al suo interno ed una casella vuota, alla quale seguono 5 alternative di risposta. E' compito del soggetto indicare, scrivendolo nell'apposito quadrato sulla destra, quale tra le 5 proposte è quella che va a completare la matrice presentata. Questo test è composto da 12 item per 3 minuti di tempo (vedi appendice, p. 90).

Nell'ultima prova, costituita da 8 item per 2,5 minuti a disposizione, sono presentate delle caselle con alcune configurazioni geometriche all'interno, seguite da 5 alternative le quali raffigurano le stesse figure della casella di riferimento, ma organizzate in posizioni diverse. Il soggetto deve indicare, con la modalità del test precedente, quale tra le alternative può soddisfare il criterio presentato sulla sinistra (vedi appendice, p. 94).

Per queste prove la variabile dipendente considerata è data dalla somma delle risposte corrette.

CRONOTIPO – *Morningness-Eveningness Questionnaire for Children and Adolescent* (Ishihara et al., 1990).

Il secondo test somministrato durante l'incontro collettivo è il questionario MEQ-CA. Lo strumento è stato costruito riadattando il questionario MEQ di Horne & Östberg (1976) e successivamente tradotto e standardizzato per la lingua italiana da Tonetti (2007). È composto da 19 item con risposte multiple (ad es., “per niente/leggermente/abbastanza/molto” o a completamento (indicazione di orario in ore e minuti).

E' stato costruito per indagare il cronotipo dei soggetti in esame con domande in riferimento agli orari di sonno-veglia e alle relative percezioni psicofisiche (ad es., “Se tu potessi svegliarti liberamente, a che ora ti alzeresti alla mattina?”, “Di solito quanto ti senti sveglio/a alla mattina, 30 min dopo esserti svegliato/a?”, “A che ora del giorno ti senti più in forma?”) e agli orari della giornata in cui si preferisce svolgere determinate attività (ad es., “Se devi sostenere un esame che dura due ore, pensando all'ora migliore per te, quale di questi periodi preferiresti?”), (vedi appendice, p. 95).

Attraverso lo *scoring* dei punteggi, è stato possibile attribuire una condizione per ogni soggetto: mattutino estremo, mattutino moderato, intermedio, serotino moderato, serotino estremo.

Materiali - Parte individuale

Nella parte individuale sono state somministrate le seguenti prove:

- Prova di Lettura di liste di parole e non-parole (modificata una prova della batteria DDE-2, Sartori et al., 2009)

- Test di denominazione rapida R.A.N. (Denckla & Rudel, 1976)
- Ricerca di simboli (Sub-test Wechsler (WISC-IV), traduzione italiana: Orsini et al, 2012)
- *Barrage con Crowding* (modificata versione con lettere di Martelli e colleghi, 2009)
- Prova di Memoria di Cifre (Sub-test Wechsler (WISC-IV), traduzione italiana: Orsini, 2012)
- *Coherent Dot Motion* (CDM)

LETTURA STRUMENTALE – Prova di lettura di liste parole e non-parole (modificata una prova della batteria DDE-2, Sartori et al., 2009).

Questa prova ha una struttura analoga alla prova di Lettura di Liste di Parole della batteria DDE-2 per la valutazione della dislessia e della disortografia evolutiva, ma con stimoli differenti creati ad hoc per la presente raccolta dati con una serie di *matching* per numero di sillabe, frequenza ed elementi di complessità (ad es., doppie, gn/gl/sc, ch/gh/cq).

Per l'appunto, obiettivo altro di questa ricerca è ottenere dati normativi di questa prova specifica per standardizzarla nel prossimo futuro.

In questo test vengono presentate, una per volta, 4 liste di 20 parole e due liste di 20 non-parole. Il soggetto ha il compito di leggere una per volta le liste di parole e non-parole il più rapidamente possibile. La sperimentatrice ha in dotazione un foglio di notazione per segnare eventuali errori e per ogni lista cronometra il tempo di lettura al fine di ottenere un punteggio complessivo per le variabili dipendenti considerate: tempo totale ed errori totali (vedi appendice, p. 97).

EFFICIENZA/RAPIDITA' ACCESSO LESSICALE – Prova di denominazione rapida (Denckla & Rudel, 1976).

La seconda prova è un sub-test della prova di denominazione rapida e ricerca visiva di colori, figure, numeri, contenuta nella batteria Wechsler (WISC-IV). Per questa ricerca, è stato selezionato il sub-test R.A.N. Figure (dall'inglese *Rapid "Automatized" Naming*) in cui il compito da eseguire è quello di denominare ad alta voce gli stimoli contenuti in ogni matrice, evitando di tenere il dito sul foglio durante l'esecuzione.

Le immagini rappresentate nelle matrici di Figure sono cinque: Cane, Mano, Pera, Stella, Treno, presentate in tre matrici su tre fogli distinti (vedi appendice). Nel primo è presente una matrice di 4 righe x 5 colonne utilizzata come prova preliminare, nel secondo vi è una matrice di 10 righe x 10 colonne che rappresenta il test ufficiale; il terzo foglio è come il secondo, con un differente ordine degli stimoli che costituiscono la matrice (vedi appendice, p. 99).

La prestazione si valuta sia in termini di rapidità che di correttezza, data dal numero di errori commessi che sono più frequentemente errori di denominazione, omissioni e inversioni. Di conseguenza, le variabili dipendenti considerate sono il tempo di denominazione e il numero di errori. La prestazione è considerata nella norma per punteggi entro ± 1 DS dalla media del valore di riferimento; è ai limiti della norma per punteggi tra 1 e 2 DS sopra la media; è deficitaria per punteggi superiori a 2 DS rispetto al valore di riferimento.

VELOCITA' DI ELABORAZIONE – Ricerca di simboli (Sub-test Wechsler (WISC-IV), traduzione italiana: Orsini et al, 2012)

La terza prova somministrata è un test di ricerca visiva di simboli, selezionato dalla batteria Wechsler, in particolare la versione B per età 8-16 anni.

Il compito dei soggetti è quello di esaminare visivamente una serie di figure ed indicare, segnando una casella “sì” o “no”, se almeno uno dei due simboli bersaglio sulla sinistra compare nella serie di figure a destra oppure no, rispondendo in ordine a più item possibili (vedi appendice, p. 101).

Il test è composto da sei fogli in cui nel primo troviamo un paio di item di esempio e un paio di esercitazione pratica, utili allo sperimentatore per spiegare e dimostrare il compito al soggetto, mentre le altre 5 pagine presentano ciascuna 15 item con simboli diversi.

È essenziale che la sperimentatrice registri il tempo esatto impiegato per lo svolgimento, dando un “via” in un momento preciso e interrompendo il tempo quando il soggetto ha completato gli item o allo scadere di 120 secondi. Gli item che il bambino/ragazzo non è riuscito a completare non devono essere contati nel totale delle risposte: il punteggio grezzo totale è il numero delle risposte corrette meno il numero delle risposte sbagliate; la variabile dipendente considerata è la velocità di esecuzione.

Anche qui, come nel test precedente, nel primo foglio sono presentati un paio di item di esempio e di esercitazione che facilitano la spiegazione da parte della sperimentatrice e la comprensione del compito dal soggetto.

VELOCITA' DI RICERCA VISIVA IN CONDIZIONI DI AFFOLLAMENTO VISIVO - *Barrage con Crowding* (modificata versione con lettere di Martelli, 2009)

Questo test è stato creato ex-novo per la presente raccolta dati, facendo riferimento ad altre prove analoghe, le quali presentano delle lettere come stimoli. Questa versione è composta da 10 simboli non-alfanumerici differenti che si ripetono in una sequenza *target*, presentata in maniera randomica (in media ogni 7 simboli).

La prova è composta da quattro fogli contenenti il primo la spiegazione del compito con annesse sei righe di simboli per accompagnare le istruzioni

ad un'esercitazione preliminare, al fine di accertarsi che il partecipante abbia compreso il compito; nel secondo e terzo foglio è stata presentata la versione *baseline*; mentre nel quarto la versione con *crowding* (affollamento).

Il compito presenta una coppia di simboli “bersaglio” e successivamente delle righe con altri simboli, alcuni molto simili tra loro e presentati in ordine casuale. Il soggetto, procedendo a leggere in ordine deve barrare ogni qualvolta trova la coppia “bersaglio” di simboli in sequenza. I simboli sono gli stessi per entrambe le prove, con l'unica differenza che nella versione *Crowding* vengono presentati con una minore distanza tra loro, ossia più affollati.

La pagina di “esempio” può essere mostrata per tutto il tempo necessario, mentre per le due prove successive (“*Baseline*” e “*Crowding*”) il soggetto ha a disposizione 90 secondi per ciascuna, al termine dei quali l'esaminatrice darà l'indicazione di posare la matita e annoterà il tempo. Ciò che si vuole verificare è quanto il soggetto sia rallentato nel momento in cui gli vengono presentati i simboli affollati, pertanto, le variabili dipendenti considerate sono la velocità di esecuzione e la correttezza.

Il partecipante non dovrebbe mai ricontrollare le risposte date e, anche in caso si accorga di aver fatto un errore, deve procedere evitando di perdere tempo per correggersi. È compito della sperimentatrice verificare che questo avvenga e, nel caso il partecipante tenda a soffermarsi a controllare o correggere, incoraggiarlo semplicemente a proseguire (vedi appendice, p. 103).

In merito allo *scoring*, vengono calcolati tre punteggi per ciascuna prova: il numero delle risposte (barrature) corrette, il numero di eventuali errori (barrature dove non dovrebbero esserci) e il numero di eventuali omissioni (mancate barrature dove dovrebbero esserci).

MEMORIA DI LAVORO – Prova di Memoria di cifre (Sub-test Wechsler (WISC-IV), traduzione italiana: Orsini, 2012).

Un'ulteriore prova presentata è il test di Memoria di Cifre, anch'esso sub-test dell'ampia batteria Wechsler (WISC-IV). Il compito prevede la ripetizione di alcune sequenze di numeri, presentati in numerosità crescente, le quali verranno lette ad alta voce dalla somministratrice. La prova è divisa in due parti: memoria diretta, in cui il bambino/ragazzo ripete i numeri nello stesso ordine dell'esaminatrice e memoria inversa, in cui i numeri devono essere ripetuti nell'ordine inverso rispetto a quello in cui vengono letti. La somministratrice ha un protocollo di notazione su cui segnare ciò che il soggetto ripete, andando ad interrompere il test nel momento in cui egli ottenga un punteggio di 0 in entrambe le prove di un item (1 punto se il soggetto ripete tutti i numeri nell'ordine corretto).

È richiesto all'esaminatore di leggere le cifre di ciascun item al ritmo di una al secondo, abbassando lievemente l'inflessione della voce sull'ultima cifra della serie, facendo una pausa al termine di ogni scadenza per permettere al bambino/ragazzo di rispondere. Non può essere ripetuta nessuna prova di un item e se il soggetto lo chiede, gli viene risposto di provare a dire ciò che ricorda (vedi appendice, p. 106).

La variabile dipendente è la correttezza delle risposte. Viene assegnato 1 punto per ogni risposta corretta, di conseguenza il punteggio dell'item, composto da due sequenze di numeri, è la somma dei punteggi di entrambe. Il punteggio grezzo è dato dalla somma dei punteggi degli item di Memoria diretta e Memoria inversa.

PERCEZIONE VISIVA DELLA DIREZIONE DEL MOVIMENTO – *Coherent Dot Motion* (CDM)

Questa prova è stata l'unica presentata tramite l'ausilio di un computer, previa installazione del programma MATLAB per la generazione degli stimoli del test.

Il test riproduce una prova *standard* usata in letteratura (ad es., CDM "*central condition*"). Compito primo dell'operatrice era quello di posizionare lo schermo del pc ad una distanza adeguata dal soggetto (60 cm circa) e procedere con le istruzioni.

La prima parte del test prevede una sessione di prova, più breve, utile a raggiungere un'adeguata comprensione della procedura, con l'ausilio di *feedback* rispetto all'accuratezza: se il soggetto risponde correttamente compare un cerchio verde, se sbaglia un cerchio rosso.

In seguito, si procede con la sessione ufficiale, dalla durata variabile in relazione all'andamento della prestazione: un alternarsi di risposte giuste/sbagliate, essendo la procedura adattiva, corrispondono ad un alternarsi di livelli di difficoltà (rispettivamente più complessa/più facile) che determinano una maggiore durata della prova.

Nella versione più comune di CDM, una proporzione variabile di punti (cioè il segnale) si muove in modo coerente, mentre i punti rimanenti (cioè il rumore) si muovono in direzioni casuali, alla stessa velocità. I partecipanti sono tenuti a esprimere un giudizio sulla direzione dei punti in movimento e la precisione nella risposta aumenta principalmente in funzione della proporzione dei punti che si muovono nella stessa direzione.

Il compito consiste nell'osservare un punto di fissazione al centro dello schermo, punto in cui compare per 20 ms (tempo per l'osservazione degli stimoli molto ridotto) un cerchio con all'interno una serie di punti in movimento: un numero variabile di punti (il segnale) si muove in modo coerente, mentre i punti rimanenti (il rumore) si muovono in direzioni

casuali, alla stessa velocità, ciò attribuisce difficoltà al compito. Non appena il cerchio scompare, il soggetto deve indicare con le frecce sulla tastiera del computer la direzione del movimento dei punti (alto/basso/destra/sinistra), presentati con differenti livelli di coerenza: il soggetto deve indicare la direzione prevalente.

La variabile dipendente considerata è la correttezza delle risposte. L'operatrice istruisce il soggetto di non pensare troppo alla sua risposta e, anche se gli sembrerà di non comprendere la corretta direzione, cliccare il più rapidamente possibile una delle frecce, per poi passare allo stimolo successivo.

Procedura

La ricerca è iniziata prendendo contatto con i dirigenti delle rispettive scuole, i quali, dopo aver dato la loro disponibilità aderendo al progetto, hanno disposto di inviare a ciascun alunno delle classi selezionate il consenso informato contenente gli obiettivi della ricerca e le informazioni specifiche inerenti alle procedure, alle prove che si saranno svolte, alle questioni di *privacy* e ai diritti dei partecipanti. Solamente i soggetti che hanno consegnato il consenso informato firmato da entrambi i genitori sono stati testati; mentre coloro che, per qualsiasi motivo, non hanno partecipato alla ricerca, durante le sessioni collettive di raccolta dati sono stati coinvolti in altre attività in classe concordate con gli insegnanti.

La ricerca è stata strutturata in due incontri con bambini/ragazzi di scuola primaria o secondaria di primo grado ai quali, nel lasso di tempo di 3 mesi (Marzo 2022-Maggio 2022), sono state somministrate varie prove, alcune delle quali sono state estratte o adattate da più ampie batterie di test che, nel complesso, hanno avuto lo scopo di valutare aspetti intellettivi dei soggetti. Essendo presentate separatamente, le prove somministrate non

hanno avuto alcuna finalità diagnostica o valutativa, ma si sono limitate alla stima di alcuni processi specifici relativi al presente quesito di ricerca.

Le prove sono state svolte durante l'orario scolastico, previa organizzazione con i docenti al fine di evitare un'eccessiva interferenza con le attività didattiche. Per l'appunto, in riferimento alla parte di somministrazioni individuali, tutti i ragazzi sono stati messi nelle condizioni di poter recuperare senza penalizzazione l'attività didattica svolta in loro assenza.

Nello specifico, il primo incontro è stato svolto in modalità collettiva con l'intero gruppo classe - sotto la supervisione dell'insegnante presente nella rispettiva ora di lezione - della durata di 40 min circa. Mentre, per la seconda parte, la somministratrice ha preso posto in una stanza silenziosa nella scuola e, a turno, ogni ragazzo si presentava per svolgere le restanti prove individuali. L'incontro aveva una durata di 25 min circa per ciascun soggetto.

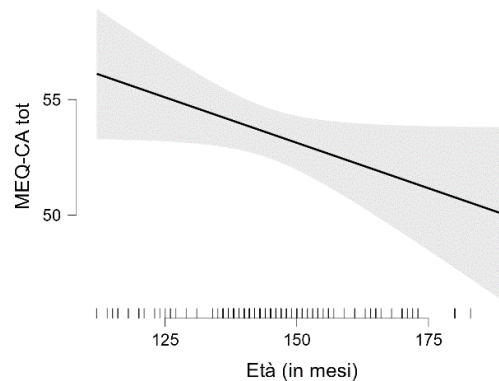
Tutte le prove, sia collettive che individuali, sono state sottoposte con modalità "carta e matita" oppure tramite l'ausilio di un computer.

Risultati

L'analisi dei dati è stata effettuata con modelli lineari, in particolare regressioni lineari. In *primis* è stata esaminata l'influenza del cronotipo individuale e dell'orario di somministrazione sulle singole prove cognitive, ed in seguito è stata esaminata la loro interazione. Inoltre, come variabile di controllo è stata inserita sempre l'età (calcolata in mesi), come covariata nei modelli.

Innanzitutto, ci soffermiamo sui risultati relativi al campione di soggetti testati (range di età dai 102 ai 183 mesi/8 – 15 anni).

Preliminarmente, osserviamo l'effetto dell'età sul cronotipo. Come atteso dalla letteratura, si osserva nel grafico sottostante come il cronotipo individuale sia correlato negativamente all'età con un effetto statisticamente significativo sebbene di lieve entità, $B = -0.13$, $p = 0.05$ (si ricordi che valori più alti allo *scoring* del MEQ-CA corrispondono ad un cronotipo più mattutino). Di conseguenza, possiamo affermare che all'aumentare dell'età, nella transizione da fanciullezza ad adolescenza (intervallo del campione della nostra ricerca), i ragazzi assumono un cronotipo con tendenza sempre più serotina.



A tal proposito, sebbene non sia un obiettivo primario di questo studio, è necessario evidenziare il fatto che in soggetti a sviluppo tipico l'età è un ovvio correlato della prestazione: al suo aumentare, ci si aspetta che aumentino le specifiche abilità cognitive e dunque i punteggi ai test; è per questo motivo che l'età è stata inserita sempre nel modello come predittore, al fine di controllare gli altri effetti.

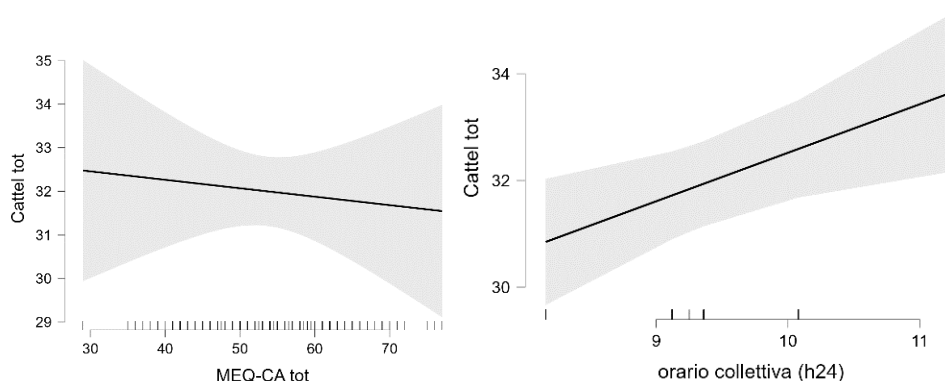
Diversamente, per quanto riguarda il genere, non è stato riscontrato un effetto ($p = 0.29$) sulla prevalenza di un cronotipo individuale rispetto ad un altro.

Per la valutazione dei risultati relativa a questa ricerca sono state considerate le prove strettamente legate alle abilità cognitive, di conseguenza sono state escluse dalle analisi la prova di Lettura di parole e non-parole, la prova di *Barrage* con *Crowding* e considerata marginalmente la prova CDM.

Gli *scoring* delle prove somministrate sono stati confrontati con dati normativi ricavati dalla letteratura, ad eccezione delle prove costruite ex-novo per la presente raccolta dati.

Di seguito, i risultati e le relative discussioni degli effetti per singola prova cognitiva somministrata.

Effetto del cronotipo e dell'orario di somministrazione sulla prova *Culture fair intelligence test*:

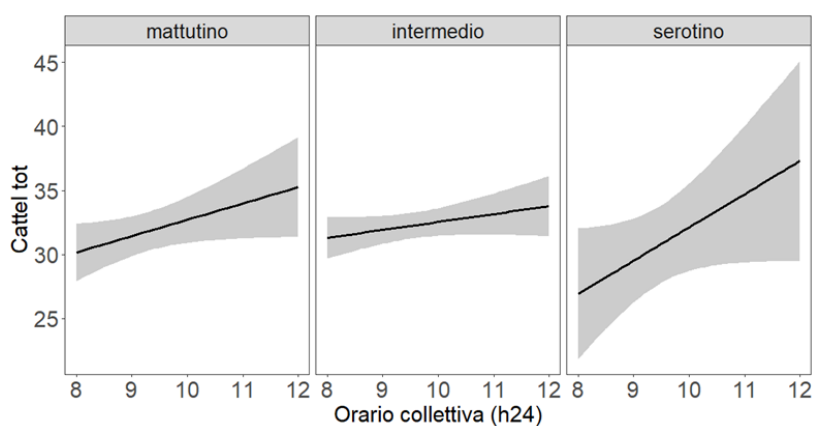


L'analisi dell'influenza del cronotipo sulle prove per il pensiero analogico deduttivo ("Cattell" test), suggerisce che non vi sia alcun effetto di questo fattore ($B = -0.03$; $p = 0.71$): si nota una lieve tendenza negativa che indica come all'aumentare del punteggio al test MEQ-CA (punteggio maggiore equivale ad un cronotipo a tendenza mattutina) la prestazione al

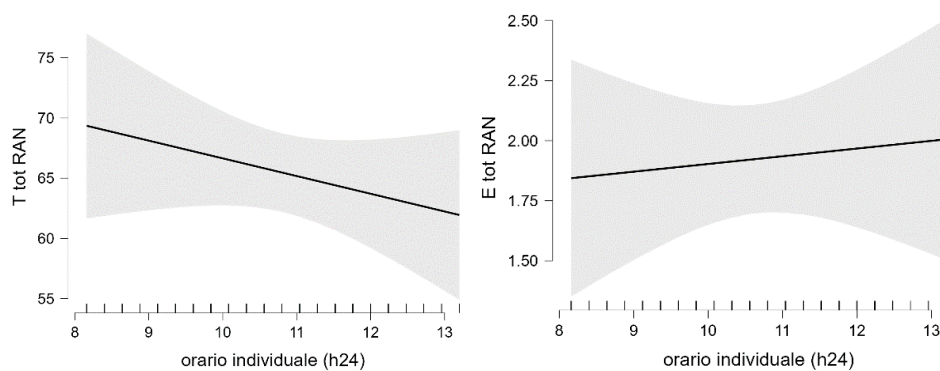
Culture fair intelligence test peggiori, ma l'effetto è sostanzialmente nullo e prossimo a zero.

Invece, viene rilevato un effetto significativo ($B = 0.17$; $p = 0.01$) in riferimento all'orario di somministrazione della prova ai soggetti (la nostra raccolta dati è avvenuta nella prima parte della giornata, con un range di orario per la somministrazione della prova collettiva circa tra le 8:00 e le 11:30): più l'orario della somministrazione si avvicina alla tarda mattinata (rispetto alla prima mattina), più i risultati della prova d'intelligenza migliorano. Nonostante l'effetto sia modesto, è un dato di potenziale interesse scientifico in quanto potrebbe essere segnale di una maggiore prontezza cognitiva nella seconda parte della mattina, evidenza che sarà riscontrata anche nelle altre prove somministrate.

Poiché è emerso un probabile effetto dell'orario sulla prestazione, è stato indagato anche l'eventuale effetto di interazione tra cronotipo (MEQ-CA) e orario del test. Va notato che il campione è relativamente piccolo per testare le interazioni, pertanto, i risultati di questa analisi aggiuntiva vanno presi con cautela. Per facilità di interpretazione, l'interazione è stata indagata suddividendo i partecipanti in mattutini ($n = 63$), intermedi ($n = 146$) e serotini ($n = 16$) usando i *cut-off* suggeriti dalla validazione italiana dello strumento MEQ-CA. L'interazione non è risultata significativa, $F(2,219) = 1.07$, $p = 0.35$. Osservando il *plot* dell'interazione riportato in seguito si nota che l'effetto positivo dell'orario tende ad esserci in tutti e tre i gruppi (sebbene forse in modo leggermente più accentuato nel gruppo serotino, che però è di numerosità estremamente modesta).

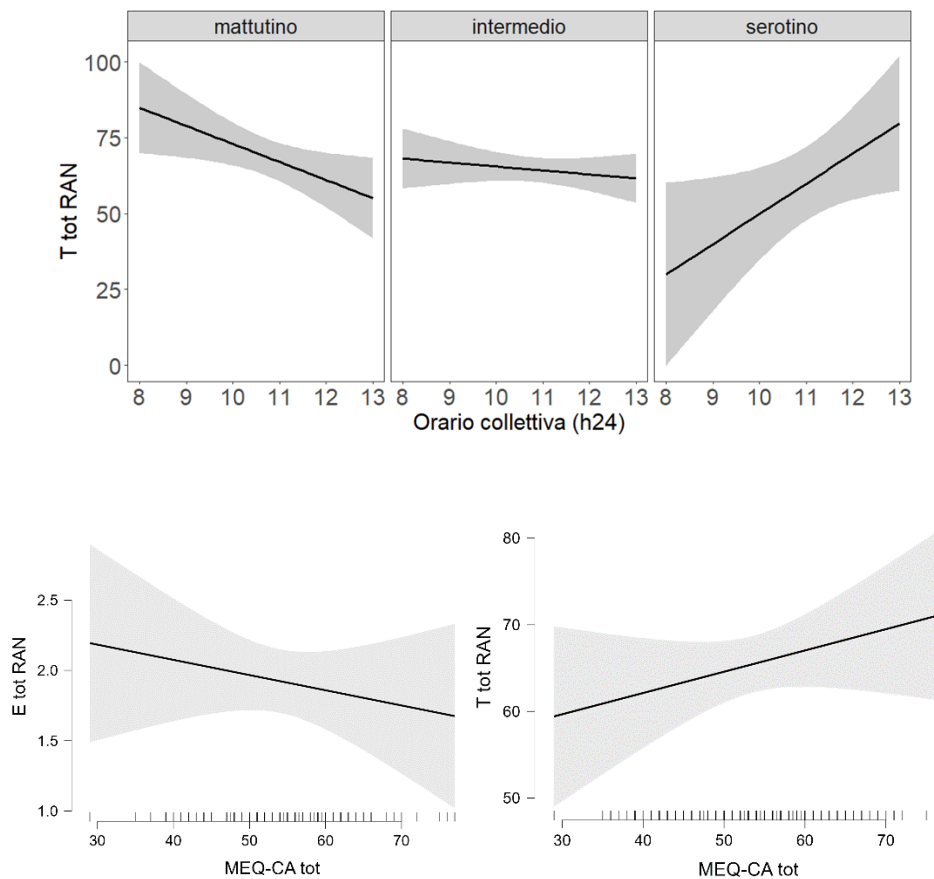


Effetti del cronotipo e dell'orario somministrazione sulla prova di Denominazione Rapida di figure RAN (tempo totale ed errori totali):



Ciò che si osserva da questi grafici è un simile effetto (sebbene in entrambi i casi prossimi allo zero) dell'orario di somministrazione sulle variabili considerate: tempo totale impiegato per leggere le sequenze di figure ($B = -0.07$; $p = 0.27$) ed errori totali commessi durante la denominazione ($B = 0.03$; $p = 0.72$).

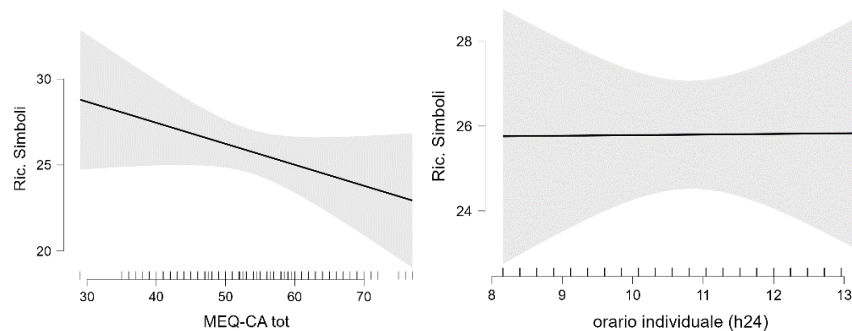
In questo caso emerge tuttavia un'interazione significativa, $F(2,218) = 4.46$, $p = 0.01$, che però va in direzione del tutto opposta a quanto atteso. Osservando il grafico di interazione sottostante, appare infatti che la prestazione sia peggiore (tempi più elevati corrispondono a prestazione peggiore) nei mattutini quando testati più presto e nei serotini quando testati più tardi. È possibile che questo risultato sia accidentale e che probabilmente non si sarebbe ottenuto con campioni più grandi e rappresentativi, ma ugualmente suggerisce che, se vi è un effetto dell'orario del test differenziato per cronotipo, questo non va nella direzione di penalizzare i serotini che vengono testati nelle prime ore della mattina come invece suggerito dalla letteratura.



Facendo riferimento alla relazione con il test MEQ-CA, si osserva come esso non produca nessun effetto sia in relazione agli errori commessi ($B = -0.08$; $p = 0.42$) sia al tempo impiegato per leggere le figure proposte dalla prova ($B = -0.08$; $p = 0.23$), ad indicare come il cronotipo individuale non abbia nessuna influenza su questo test.

Nel caso degli errori non vi è interazione significativa cronotipo x orario, $F(2,112) = 0.91$, $p = 0.40$.

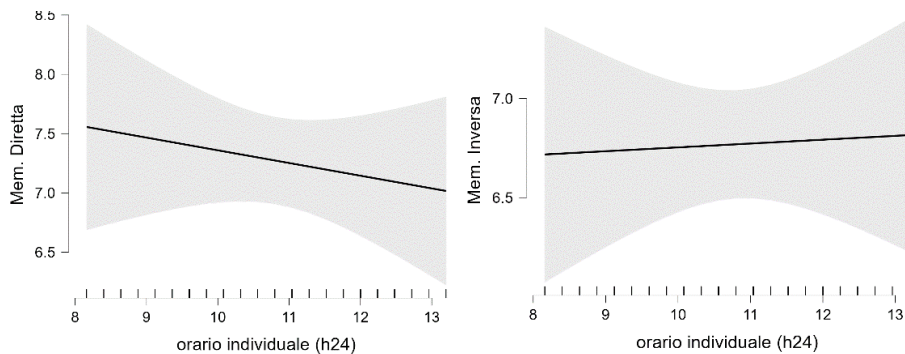
Effetto del cronotipo e dell'orario di somministrazione sulla prova di Ricerca Simboli:



In riferimento a questa prova, dalle analisi si osserva un effetto sostanzialmente nullo e prossimo allo zero in riferimento all'orario di somministrazione ($B = 0.002$; $p = 0.98$), mentre per quando riguarda gli *scoring* del questionario MEQ-CA si osserva una lieve tendenza negativa ($B = -0.10$; $p = 0.13$), nonostante l'effetto sia lontano dalla soglia convenzionale per la significatività statistica. Questa lieve tendenza andrebbe ad indicare che i soggetti con cronotipo serotino riuscirebbero ad ottenere prestazioni migliori in questa prova.

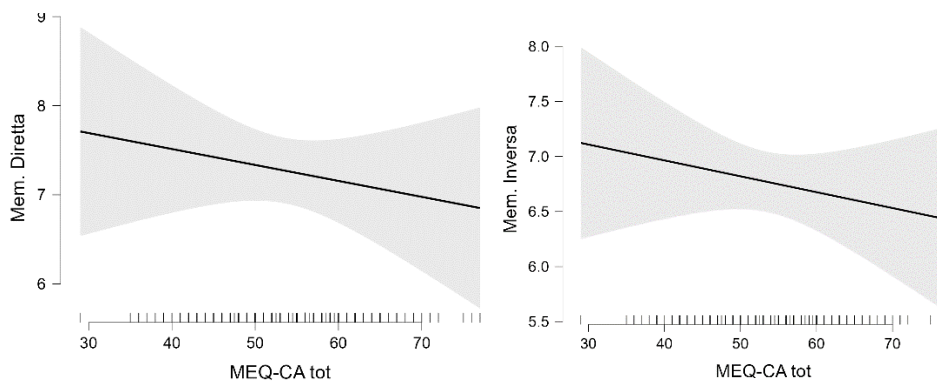
Non vi è interazione cronotipo x orario del testing su questa variabile, $F(2,218) = 0.06$, $p = 0.94$.

Effetti del cronotipo e dell'orario di somministrazione sulla prova di Memoria di Cifre:



Questi grafici sono relativi alle due prove di memoria somministrate ai partecipanti: memoria diretta e memoria inversa. In entrambi i casi non risultano esserci effetti significativi sulle prestazioni, né dell'orario specifico di valutazione, né del cronotipo individuale.

Nello specifico, si ottengono valori di $B = -0.05$, $p = 0.47$ per la memoria diretta e di $B = 0.01$, $p = 0.87$ per la memoria inversa: effetti sostanzialmente nulli e prossimi allo zero.

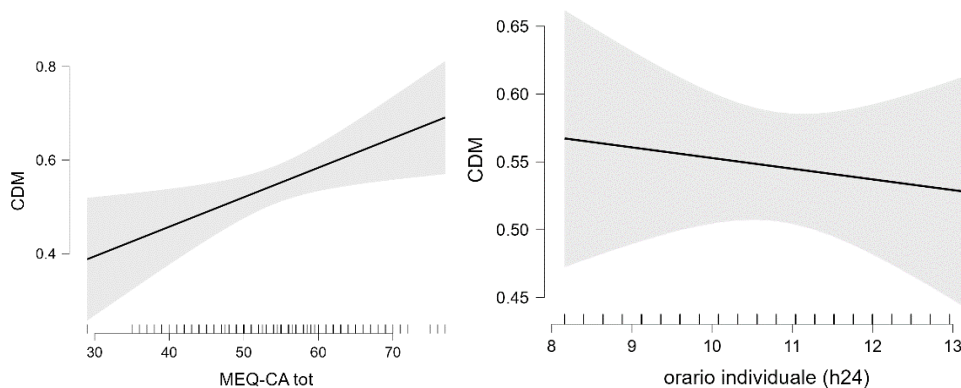


In riferimento alla relazione con il cronotipo individuale, non è stato rilevato alcun effetto di particolare interesse con valori prossimi allo zero di

$B = -0.05$, $p = 0.44$ per la memoria diretta e di $B = -0.06$, $p = 0.4$ per la memoria inversa.

Nemmeno in questo caso si rilevano importanti interazioni cronotipo x orario: per la memoria diretta, $F(2,218) = 0.66$, $p = 0.51$; per la memoria inversa, $F(2,218) = 0.53$, $p = 0.59$.

Effetti del cronotipo e dell'orario di somministrazione sulla prova *Coherent Dot Motion (CDM)*:



In questa prova si osservano degli effetti sostanzialmente nulli per quanto riguarda l'orario di somministrazione ($B = -0.03$; $p = 0.63$), mentre in riferimento al test MEQ-CA è presente un effetto significativo di lieve entità ($B = 0.18$; $p = 0.01$).

Dato che un valore più alto al CDM indica una prestazione peggiore, l'interpretazione è che i serotini svolgono il CDM meglio dei mattutini.

Nemmeno nel caso del CDM, comunque, si rileva un'importante interazione cronotipo x orario, $F(2,184) = 0.45$, $p = 0.64$.

Discussione

Come ribadito in precedenza, dalle analisi sono emerse le ovvie relazioni tra prestazione cognitiva ed età. Nel presente paragrafo non è stato approfondito l'argomento in quanto non rappresenta direttamente un quesito

di ricerca di interesse, ma è da tenere in considerazione che la letteratura osserva come soggetti più piccoli abbiano una maggiore probabilità di essere mattutini e i partecipanti del nostro studio sono stati per la maggior parte ragazzi di 11-12 anni (classe prima della scuola Secondaria di Primo Grado).

Per quanto riguarda i risultati sull'influenza del cronotipo, facendo riferimento alla letteratura sull'argomento, ci saremmo aspettati degli esiti migliori da parte di soggetti con cronotipo a tendenza mattutina, in linea con un'interpretazione piuttosto logica basata su una condizione che rappresenta anche un limite fondamentale della presente ricerca: i soggetti sono stati testati solamente nell'arco della mattinata. Per l'appunto, ciò che ci si aspettava dalle analisi era un vantaggio dei soggetti mattutini, i quali sono stati teoricamente messi nelle condizioni tali per performare al meglio, essendo testati nel momento della giornata che consentirebbe loro di sfruttare al massimo le proprie abilità cognitive. All'opposto, i soggetti con cronotipo serotino sono stati testati in un momento della giornata in cui, in linea teorica, le loro capacità cognitive non potevano essere espresse al pieno delle proprie possibilità.

Nonostante questo, i risultati ottenuti dalle nostre analisi non vanno nella direzione attesa, anzi si tende perfino ad osservare il contrario in alcune prove (particolarmente in quelle di attenzione visiva). Una spiegazione apparentemente plausibile di questo fenomeno è il fatto che, statisticamente, soggetti serotini hanno con più probabilità un'età maggiore e di conseguenza performano meglio di altri mattutini, ma questa interpretazione è in realtà esclusa dal fatto che l'età stessa è stata inserita come covariata in tutti i modelli di regressione, controllando dunque questo fattore. Il cronotipo individuale, comunque, non sembra in generale incidere particolarmente sulle prove cognitive somministrate, sebbene la lieve tendenza osservata è che soggetti con cronotipo serotino siano avvantaggiati.

Va comunque ribadito che quasi tutti i partecipanti sono classificati come “mattutini” o “intermedi”, mentre la presenza di “serotini” è estremamente esigua.

Per quanto riguarda l’orario, indipendentemente dal cronotipo individuale, in media i partecipanti hanno ottenuto risultati migliori se testati nella fascia oraria della tarda mattinata, con attenzione focalizzata sull’effetto significativo individuato per la prova “Cattell” (la più importante tra le prove utilizzate, in quanto valuta l’intelligenza fluida ed è spesso considerata un *proxy* dell’intelligenza generale).

Un’interpretazione plausibile di questo dato potrebbe essere che con l’avanzare dell’orario, avvicinandosi alla tarda mattinata, anche le prestazioni dei serotini tendono a migliorare: si osserva quindi un aumento positivo generale degli esiti ottenuti nelle prove.

In ogni caso, considerando che nei risultati non sono stati evidenziati particolari effetti significativi, a fronte delle variabili considerate si può affermare che l’orario precoce non svantaggia particolarmente i serotini, i quali, forse grazie alla messa in atto di meccanismi di compensazione, riescono evidentemente ad ottenere buoni risultati nelle prove.

La tendenza al miglioramento nelle prestazioni verso la tarda mattinata è ricorrente nella maggior parte delle prove, quindi, si ipotizza che con un campione più ampio si possano ottenere effetti di significatività nella medesima direzione.

Va infine anche ribadito che non sono emerse interazioni rilevanti tra cronotipo e orario. Questo può essere dovuto alla dimensione non così ampia del campione. Nel caso del test Cattell, vi è una lieve tendenza nella direzione attesa (in tutti i gruppi c’è un miglioramento della prestazione

all'aumentare dell'orario, ma maggiore nei serotini), mentre in una delle altre prove (tempo al RAN) l'interazione è significativa, ma addirittura nella direzione opposta. Per il resto non è emerso nulla di rilevante. Questo ribadisce che, nel complesso, dai presenti dati non si può affermare che un orario precoce di *testing* sia particolarmente sfavorevole agli intermedi o ai serotini a confronto con i mattutini.

Di fatto, considerando i dati raccolti, si potrebbe affermare che in linea generale il cronotipo individuale non incida particolarmente su questa tipologia di prove cognitive, purché le somministrazioni non avvengano nelle prime ore della giornata, perché di fatto ciò che abbiamo osservato dall'interazione cronotipo x orario è che anche i soggetti mattutini tendano eventualmente a performare meglio nella seconda parte della mattinata.

Rimane il fatto che non avendo testato i soggetti anche nella seconda parte della giornata, non c'è stata la possibilità di confrontare le prestazioni della mattina con quelle del pomeriggio. In linea teorica, soggetti con cronotipo a tendenza serotina ottengono migliori risultati nella seconda parte della giornata: motivo per il quale, analizzando le medesime prove svolte nel pomeriggio, ci si potrebbe effettivamente aspettare un capovolgimento dell'effetto nell'interazione.

Per concludere le analisi, di seguito è inserita una tabella di correlazione complessiva, nella quale è stato controllato l'effetto dell'età in tutte le relazioni tra le variabili considerate.

Pearson's Partial Correlations ▼											
Variable		MEQ-CA tot	orario collettiva (h24)	orario individuale (h24)	Cattel tot	T tot RAN	E tot RAN	Ric. Simboli	Mem. Diretta	Mem. Inversa	CDM
1. MEQ-CA tot	Pearson's r p-value	— —									
2. orario collettiva (h24)	Pearson's r p-value	-0.104 0.121	— —								
3. orario individuale (h24)	Pearson's r p-value	-0.104 0.120	0.149 0.023	— —							
4. Cattel tot	Pearson's r p-value	-0.044 0.514	0.176 0.008	-0.038 0.576	— —						
5. T tot RAN	Pearson's r p-value	0.089 0.186	0.008 0.900	-0.067 0.309	0.078 0.244	— —					
6. E tot RAN	Pearson's r p-value	-0.082 0.377	0.074 0.425	0.047 0.609	0.055 0.552	0.160 0.082	— —				
7. Ric. Simboli	Pearson's r p-value	-0.103 0.124	0.026 0.697	0.029 0.654	0.148 0.027	-0.101 0.125	0.103 0.264	— —			
8. Mem. Diretta	Pearson's r p-value	-0.047 0.480	-0.052 0.427	-0.021 0.748	0.093 0.164	-0.087 0.182	0.058 0.527	0.054 0.408	— —		
9. Mem. Inversa	Pearson's r p-value	-0.058 0.386	0.048 0.464	0.003 0.968	0.046 0.495	-0.069 0.295	-0.045 0.624	0.094 0.152	0.038 0.562	— —	
10. CDM	Pearson's r p-value	0.179 0.013	-0.084 0.240	-0.064 0.372	-0.135 0.063	-0.017 0.811	0.027 0.782	-0.075 0.292	0.026 0.715	0.002 0.973	—

Note. Conditioned on variables: Eta (in mesi).

Note: Conditioned on variables: EtA (in mesi)

Capitolo 4: Conclusioni

L'obiettivo del presente studio è stato quello di valutare, attraverso l'analisi dei risultati ottenuti da prestazioni cognitive, come e se il cronotipo individuale e la variazione dell'orario di somministrazione delle prove (in questo caso, circoscritto all'arco della mattinata), sono fattori che possono influenzare determinate prestazioni ed avere un effetto sui rispettivi risultati.

E' stato proposto ai partecipanti un questionario per indagare le loro preferenze circadiane (MEQ-CA, Ishihara et al., 1990), attraverso il quale è stato poi suddiviso il campione mediante tre principali "etichette": mattutini, intermedi e serotini. In seguito, sono state sottoposte agli studenti una serie di prove in modalità collettiva e individuale (la presente ricerca ha analizzato e discusso unicamente le prove in riferimento ad aspetti strettamente cognitivi, quali: intelligenza fluida, memoria di lavoro, velocità di elaborazione e accesso lessicale), le quali sono state somministrate in differenti orari all'interno della mattinata scolastica (con *range* orario 8:00-13:00).

Nel considerare i risultati della mia ricerca una delle principali informazioni da considerare è il *target* dei soggetti coinvolti in questa ricerca: più della metà di essi frequentano la prima classe della scuola primaria di secondo grado, età in cui sembrerebbe iniziare un processo di transizione ad uno stile di vita più serotino. I risultati delle analisi di correlazione tra età (in mesi) e cronotipo svolte per questo studio sono concordi alla letteratura (Russo et al., 2007; Goldstein et al., 2007; Roenneberg et al., 2004; Gau and Soong, 2003; Carskadon et al., 2002) nell'indicare come nel passaggio tra preadolescenza e adolescenza tenda ad aumentare linearmente la probabilità che un soggetto diventi serotino. Probabili cause principali di questo fenomeno sono il cambiamento dei cicli

circadiani di sonno-veglia, il desiderio di trasgredire rimanendo svegli fino a tardi con conseguente sonno prolungato nella mattinata seguente e/o una maggiore autonomia nel gestire gli orari di addormentamento e sveglia.

Avendo somministrato le prove durante l'arco della mattinata, ci si aspettava che soggetti con cronotipo a tendenza mattutina avessero prestazioni migliori nelle prove, essendo stati testati in un momento ottimale per loro (Hasher et al., 1999; Intons-Peterson et al., 1998; Hasher et al., 2005). Dai risultati del presente studio questo non emerge, se non in modo molto lieve e parziale dalle prove di attenzione visiva (ricerca simboli e CDM). Allo stesso tempo, non avendo individuato effetti significativi nella maggior parte delle prove somministrate, né per il cronotipo né per l'orario, è possibile affermare che l'orario precoce non svantaggia particolarmente i serotini, i quali si ipotizza riescano eventualmente a mettere in atto dei meccanismi di compensazione cognitiva al fine di sostenere i test con dei punteggi nella media, come evidenziato da Gorgol e colleghi (2020),

Oltre a considerare le eventuali influenze del cronotipo individuale sulle prestazioni, l'analisi si è soffermata anche nel valutare se i soggetti risentono del momento specifico della giornata in cui vengono testati, ossia l'orario di somministrazione delle prove (il quale, per le prove individuali era compreso in un *range* tra le 8:30 e le 13:00, con prevalenza di dati raccolti nella fascia oraria 9:00-12:00; mentre le prove collettive sono state somministrate indicativamente tra le 8:00 e le 11:30).

A tal proposito, ribadiamo la presenza di un effetto significativo in riferimento alla prova per il pensiero analogico e deduttivo ("Cattell" test): con l'avvicinarsi della tarda mattinata, le prestazioni tendono in generale a migliorare. Evidenza che, sebbene con valori che non raggiungono la soglia convenzionale per la significatività statistica, tende a ripresentarsi analoga anche in altre prove cognitive somministrate individualmente.

Pertanto, possiamo affermare che essere testati nella tarda mattinata potrebbe consentire, in generale, di ottenere prestazioni migliori. Anche i soggetti mattutini non performano al meglio delle loro possibilità nelle prime ore della mattina, mentre in linea generale i risultati complessivi sono più alti nelle ore successive (indicativamente dalle 10:30 in poi).

Questo risultato è interessante perché ci porta ad ipotizzare che all'interno di un contesto scolastico potrebbe essere più efficiente da un lato riorganizzare la *routine*, come ipotizzato da Ammons e colleghi (1995), in modo tale che le materie di insegnamento che necessitano un maggior sforzo cognitivo (ad es., le discipline STEM) siano collocate ad orari in cui gli studenti hanno maggiore disponibilità ad apprendere; dall'altro, inserire le prove (verifiche, interrogazioni) nella fascia oraria della seconda parte della mattinata, permetterebbe agli studenti -come ci suggeriscono i risultati ottenuti nel presente studio- di performare al meglio delle loro potenzialità e quindi aumentare la probabilità di raggiungere migliori risultati scolastici.

Restando sulle implicazioni relative al sistema scolastico, si consideri che i risultati ottenuti andrebbero moltiplicati per milioni di bambini e ragazzi che ricevono istruzione in Italia: l'esito atteso potrebbe risultare rilevante anche da un punto di vista economico e sociale. Un'implicazione interessante potrebbe essere quella di spostare di una/due ore l'inizio delle lezioni, ma essendo realistici ciò rasenta il limite dell'utopia, considerando le molteplici ripercussioni su altri aspetti (ad es., interferenza con orario lavorativo dei genitori che accompagnano i figli a scuola; conseguente slittamento dell'orario di fine lezioni, soprattutto per soggetti che svolgono il rientro pomeridiano).

Tuttavia, rimanendo su questa linea: se i risultati ottenuti nella presente ricerca, nello specifico in riferimento all'orario di *performance*, fossero attribuibili anche ad altri contesti?

Così come le variabili cognitive testate in questo studio sono indirettamente legate all'ambiente scolastico, potrebbero esserlo anche per aspetti relativi ad alcuni tipi di professioni specifiche.

Consideriamo un esempio ipotetico di azienda con n dipendenti, i quali lavorando negli orari previsti (in media 8:00-12:00/ 14:00-18:00) rendono in un determinato modo. Immaginiamo ora che per gli stessi soggetti si riesca ad evidenziare con discreta certezza quali siano le fasce orarie in cui performano al meglio: se proposti dei turni lavorativi che includano quegli orari, probabilmente sarebbero maggiormente produttivi per l'azienda e raggiungerebbero livelli inferiori di stress lavoro correlato.

O ancora, considerando il mondo sportivo, un atleta potrebbe svolgere le sessioni di allenamento sfruttando l'orario in cui esprime al massimo la propria prestazione fisica.

Tornando all'ambito scolastico, considerando che è pressoché certo come le preferenze relative all'ora del giorno influenzino prontezza cognitiva ed attenzione (Ammons et al., 1995), alternativa più plausibile potrebbe essere quella di agire sullo studio individuale dei bambini/ragazzi. Ipotizziamo un programma valutativo: a. ottenere un *assessment* del soggetto, che si focalizzi principalmente sul rendimento scolastico; b. predisporre un piano valutativo in termini di abilità cognitive o altre strettamente legate al contesto di studio (ad es., attenzione, velocità di elaborazione, *problem solving*, pianificazione, autoregolazione, strategicità, etc.); c. testare il soggetto in diversi momenti della giornata al fine di individuare quando egli possa esprimere al meglio le proprie potenzialità, sulla base del fatto che se viene evidenziata una fascia oraria in cui si rileva una maggior prontezza cognitiva di base, quello è il momento migliore in cui concentrare lo studio.

Il momento più favorevole per il soggetto potrebbe rientrare indicativamente in una di queste fasce orarie: appena subito dopo il pranzo 14:00-16:00; nel pieno pomeriggio 16:00-18:00; prima di cena 18:00-20:00; dopo cena 20:00-22:00. Questo non significa che se lo studio autonomo viene svolto in una fascia oraria favorevole il soggetto necessariamente otterrà risultati migliori, ma potrebbe essere una variabile rilevante, se associata ad un adeguato livello di concentrazione, motivazione (Hayashi & Hori, 1998) e strategicità, che consentirebbe di aumentare la probabilità che ciò accada.

Una variabile da considerare è il fatto che, trattandosi di soggetti con un *range* di età dagli 8 ai 15 anni, la disponibilità e la routine della giornata dei genitori/caregiver influiscono molto sulle modalità di organizzazione dello studio. Tuttavia, con il progredire dell'età, conoscere il momento della giornata in cui si è più produttivi potrebbe risultare un fattore rilevante per ottenere migliori risultati accademici e per affrontare lo studio con maggior motivazione e minori livelli di stress.

Pertanto, un'applicazione futura potrebbe essere quella di creare un test *ad hoc* (da svolgere con la supervisione di *caregiver* o autosomministrato per soggetti di età maggiore), al fine di stabilire quali siano i momenti della giornata maggiormente favorevoli e di conseguenza concentrare lo studio in quelle fasce orarie, sia per affrontare lo studio con minor difficoltà, sia per aumentare la probabilità di ottenere risultati migliori.

In ogni caso, un suggerimento per possibili studi futuri è quello di svolgere un'ulteriore somministrazione nella seconda parte della giornata in modo tale da poter eseguire dei confronti interindividuali e intraindividuali ed ottenere dei risultati più completi, dai quali ci si aspetta un effetto opposto rispetto a quello ottenuto nella presente ricerca. La doppia somministrazione probabilmente permetterebbe di evidenziare in maniera

più marcata influenza del cronotipo individuale, dell'orario di somministrazione e/o dell'età dei partecipanti sulle prestazioni cognitive svolte.

A fronte dei risultati ottenuti, ma soprattutto dei dati che ci vengono offerti dalla letteratura, ribadiamo la necessaria attenzione verso l'importanza di considerare i parametri dell'ora del giorno e del cronotipo individuale nel momento in cui si valutano le prestazioni cognitive, sia in ambito scolastico che clinico.

Di seguito, una sintesi complessiva dei principali limiti della presente ricerca.

In modo particolare, ciò che ha interferito maggiormente sugli esiti dello studio, è stata la mancanza di una doppia somministrazione sugli stessi partecipanti in orari diversi della giornata e in giorni diversi.

Inoltre, il campione considerato non è stato particolarmente ampio. Non si esclude, per lo più è auspicabile, che con una raccolta dati più ampia gli effetti ottenuti, potrebbero dare un effetto statisticamente significativo. Questo riguarda soprattutto la possibilità di testare effetti di interazione (in particolare cronotipo x orario).

Per le attribuzioni relative al cronotipo individuale, è stato limitante anche il fatto di aver testato dei soggetti che in netta maggioranza avevano un cronotipo "intermedio", fatto che sommato alla mancanza di una doppia somministrazione delle prove, ci ha impedito di poter svolgere delle analisi complete e di ottenere risultati rilevanti in riferimento al cronotipo individuale e le sue relazioni con le abilità cognitive.

Infine, altri due fattori, i quali ci si aspetta incidano particolarmente sulle preferenze circadiane (Russo et al., 2007) e che potrebbero di conseguenza modificare le prestazioni cognitive (Durmer & Dinges, 2005), ma che non

sono stati considerati nel presente studio, sono le abitudini e la qualità e del sonno dei partecipanti e conseguenti problematiche legate al sonno. In uno studio di Goldstein e collaboratori (2007) è emerso come la correlazione tra cronotipo e orario di somministrazione sia importante al di là delle differenze nel sonno, tuttavia, non si dovrebbero trarre conclusioni certe senza la presenza di misure oggettive di durata e qualità del sonno. Per l'appunto Van Dongen e collaboratori (2005) hanno evidenziato come in condizioni di privazione cronica del sonno, le misure soggettive di vigilanza e prestazioni neurocomportamentali possono differire significativamente.

A fronte dei risultati ottenuti, le opzioni da considerare possono essere prevalentemente due: i limiti della presente ricerca (ad es., numerosità del campione o mancanza di una seconda somministrazione) non hanno reso possibile un *report* completo che andasse nella direzione attesa, stando alle informazioni ricavate dalla letteratura; oppure effettivamente possiamo considerare questi dati come un campanello d'allarme in riferimento al legame tra cronotipo, abilità cognitive specifiche e rispettive differenze in base all'orario di svolgimento delle prove, come suggeriscono risultati ottenuti da Song & Stough (2000). Sebbene il loro studio si differenzi dalla presente ricerca per aver effettuato una seconda somministrazione nel pomeriggio, soggetti serotini hanno ottenuto migliori prestazioni nell'arco della mattinata rispetto a soggetti mattutini, evidenza potrebbe avvalorare l'ipotesi di Bonnet (2000) in riferimento al fatto che l'ora del giorno in cui un test cognitivo viene completato in modo ottimale dipenda in gran parte dai parametri specifici del compito, come il dominio cognitivo a cui appartiene, la sua durata e livello di difficoltà, il metodo di somministrazione e di misurazione (Bonnet, 2000).

Detto ciò, non possiamo confermare l'ipotesi iniziale. Si attendono ulteriori studi futuri inerenti all'argomento.

Bibliografia

- Ammons, T. L., Booker, J., & Courtney, P. K. (1995). The Effects of Time of Day on Student Attention and Achievement. *ERIC*, Document No. ED 384 592.
- Arbabi, T. (2016). *The Influence of Chronotype and Intelligence on Academic Achievement in Primary School*. Doctoral dissertation, Heidelberg.
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuehl, M., & Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 22(2), 366-377.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology*, 20(4), R136-R140.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28–61). Cambridge University.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5–28.
- Ball, K., Edwards, J. D., & Ross, L. A. (2007). The impact of speed of processing training on cognitive and everyday functions. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 62, 19–31.
- Baltes, P. B., & Staudinger, U. M. (2000). Wisdom: A metaheuristic (pragmatic) to orchestrate mind and virtue toward excellence. *American Psychologist*, 55, 122–136.
- Barry, C., Hirsh, K. W., Johnston, R. A., & Williams, C. L. (2001). Age of acquisition, word frequency, and the locus of repetition priming of picture naming. *Journal of memory and language*, 44(3), 350-375.

- Bates, E., & Elman J. L. (1993). Connectionism and the study of change. In M. Johson (Eds) *Brain development and cognition: a reader*. Oxford, *Blackwell Publishers*.
- Bauducco, S., Richardson, C., & Gradisar, M. (2020). Chronotype, circadian rhythms and mood. *Current Opinion in Psychology*, 34, 77–83.
- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Gunn, D. M., & Baddeley, A. D. (2003). The complexities of complex span: Explaining individual differences in working memory in children and adults. *Journal of Experimental Psychology-General*, 132(1), 71-92.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2016). *Neuroscienze. Esplorando il cervello*. 4/E. Milano: Edra.
- Benedetti, A. A., Diefendorff, J. M., Gabriel, A. S., & Chandler, M. M., (2015). The effects of intrinsic and extrinsic sources of motivation on well-being depend on time of day: The moderating effects of workday accumulation. *Journal of Vocational Behavior*, 88:38-46.
- Benes, F. M. (1989). Myelination of cortical-hippocampal relays during late adolescence. *Schizophrenia bulletin*, 15(4), 585-593.
- Berson, D. M. (2003). Strange vision: ganglion cells as circadian photoreceptors. *Trends Neurosci.*, 26, 314–320.
- Binet, A., & Simon, T. (1905). Methodes nouvelles por le diagnostic du niveau intellectuel des anormaux [New methods for the diagnosis of the intellectual level of subnormals]. *L'Annee Psychologique*, 11, 191–244.
- Bodenhause, G. V. (1990). Stereotypes as judgmental heuristics: Evidence of circadian variations in discrimination. *Psychological Science*, 1(5), 319-322.
- Bonnet, M. H. (2000). Sleep deprivation. In W. C. Dement (Ed.), *Principles and practice of sleep medicine* (3rd ed., pp. 53–71). Philadelphia: Saunders.

- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *J Sleep Res.*, 25(2):131–143.
- Borbély, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Hum Neurobiol*, 1(3):195–204.
- Bugg, J. M., DeLosh, E. L., & Clegg, B. A. (2006). Physical activity moderates time-of-day differences in older adults' working memory performance. *Experimental Aging Research*, 32, 431–446.
- Cacciari, C. (2001). *Psicologia del linguaggio*. Bologna: Il Mulino.
- Canivez, G. L., Watkins, M. W., & Dombroski, S. C. (2016). Structural validity of the Wechsler Intelligence test for Children- fifth edition: Confirmatory factor analysis with the 16 primary and secondary subtests, *Psychological Assessment*, 29, 458–472.
- Carella, J. & Hale, S. (1994). The rise and fall in information-processing rates over the life span. *Acta Psychologica*, 86, 109–197.
- Carroll, J. B. (1986). Beyond IQ is cognition. [A review of Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence], *Contemporary Psychology*, 31, 325–327.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Carskadon, M. A., Acebo, C., & Jenni, O.G., (2004). Regulation of adolescent sleep: implications for behavior. *Ann N Y Acad Sci.*, 1021:276–91.
- Carskadon, M. A., Vieira, C., & Acebo, C. (1993). Association between puberty and delayed phase preference. *Sleep*. 16: 258–262.
- Cattell, R. B. (1941). Some theoretical issues in adult intelligence testing, *Psychological Bulletin*, 38, 592.

- Colom, R., Abad, F. J., Quiroga, M. A., Shih, P. C., & Flores-Mendoza, C. (2008). Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? *Intelligence*, 36(6), 584-606.
- Colom, R., Flores-Mendoza, C., Quiroga, M. A., & Privado, J. (2005). Working memory and general intelligence: The role of short-term storage. *Personality and Individual Differences*, 39(5), 1005-1014.
- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30(2), 163-183.
- Conway, A. R., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J., & Minkoff, S. R. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30(2), 163-183.
- Cornoldi, C. (2019). *I disturbi dell'apprendimento*. Bologna: Il Mulino.
- Cornoldi, C., & Vecchi, T. (2004). *Visuo-spatial working memory and individual differences*. Psychology Press.
- Cox K.H., & Takahashi, J.S. (2019). Circadian clock genes and the transcriptional architecture of the clock mechanism. *J Mol Endocrinol.*, 63: R93–R102.
- De Abreu, P. M. E., Conway, A. R., & Gathercole, S. E. (2010). Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence*, 38(6), 552-561.
- De Beni, R., & Borella, E. (Eds.). (2015). *Psicologia dell'invecchiamento e della longevità*. Bologna: Il mulino.
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P., & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35(1), 13-21.

- Dell, G. S., Schwartz, M. F., Martin, N., Saffran, E. M., & Gagnon, D. A. (1997). Lexical access in aphasic and nonaphasic speakers. *Psychological Review*, 104:801–838.
- Dement, W. C. (1976). *Some Must Watch While Some Must Sleep*. San Francisco: San Francisco Book Company.
- Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid “automatized” naming (R.A.N.): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14, 471–479.
- Diaz-Morales, J.F., & Sanchez-Lopez, M.P. (2008). "Morningness-eveningness and anxiety among adults: A matter of sex/gender?". *Personality and Individual Differences*, 44 (6): 1391–1401.
- Dijk, D. J., & Lockley, S. W. (2002). Functional genomics of sleep and circadian rhythm. Invited review: Integration of human sleep-wake regulation and circadian rhythmicity. *J Appl Physiol.*, 92:852-862.
- Duffy, J. F., Dijk, D., Hall, E.F., & Czeisler, C.A. (1999). Relationship of endogenous circadian melatonin and temperature rhythms to self-reported preference for morning or evening activity in young and older people. *J Invest Med.*, 47:141–50.
- Duffy, J. F., & Czeisler, C. A. (2009). Effect of light on human circadian physiology. *Sleep Med Clin.*, 4:165 – 77.
- Durmer, J.S., & Dinges, D.F. (2005). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Seminars in Neurology*, 25, 117–129.
- Engle, R. W. (2010). Role of working memory capacity in cognitive control. *Current Anthropology*, 51, S1.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: a latent-variable approach. *Journal of experimental psychology: General*, 128(3), 309.

- Facer-Childs, E. R., Middleton, B., Skene, D.J., & Bagshaw, A.P. (2019). Resetting the late timing of “night owls” has a positive impact on mental health and performance. *Sleep Med.*, 60, 236–247.
- Fischer, D., Lombardi, D. A., Marucci-Wellman, H., & Roenneberg, T. (2017). Chronotypes in the US—influence of age and sex. *PloS one*, 12(6), e0178782.
- Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge: MIT Press.
- Fry, A. F., & Hale, S. (1996). Processing speed, working memory, and fluid intelligence: Evidence for a developmental cascade. *Psychological science*, 7(4), 237-241.
- Fry, A. F., & Hale, S. (2000). Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological psychology*, 54(1-3), 1-34.
- Galton, F. (1883). *Inquiries into human faculty and its development*. London, UK: Macmillan.
- Galton, F. (1908). Memories of My Long. *Life. London, Methuen*, 339, 121.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The Structure of Working Memory From 4 to 15 Years of Age. *Developmental Psychology*, 40(2), 177–190.
- Gau, S. F. & Soong, W. T. (2003). The transition of sleep–wake patterns in early adolescence. *Sleep*, 26: 449–454.
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, A., et al. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature neuroscience*, 2(10), 861-863.
- Gilinsky, A. S. & Judd, B. B. (1994). Working memory and bias in reasoning across the adult life span. *Psychology and Aging*, 9, 356-371.

- Goldstein, D., Hahn, C.S., Hasher, L., Wiprzycka, U.J., & Zelazo, P.D. (2007). Time of day, intellectual performance, and behavioral problems in morning versus evening type adolescents: is there a synchrony effect? *Personality and Individual Differences*, 42 (3), 431–440.
- Gorgol, J., Stolarski, M., & Matthews, G. (2020). On the moderating role of chronotype on the association between IQ and conscientiousness: the compensation effect occurs only in Evening-types. *Biological Rhythm Research*, 51(2), 318-329.
- Gori, S., Seitz, A. R., Ronconi, L., Franceschini, S., & Facoetti, A. (2016). Multiple causal links between magnocellular–dorsal pathway deficit and developmental dyslexia. *Cerebral Cortex*, 26(11), 4356-4369.
- Hahn, C., Cowell, J. M., Wiprzycka, U. J., Goldstein, D., Ralph, M., Hasher, L., et al. (2007). Circadian rhythms in executive function during the transition to adolescence: the effect of synchrony between chronotype and time of day. *Cogn. Neuropsychol.*, 24, 755–789.
- Hasher, L., Goldstein, D., & May, C. P. (2005). It's About Time: Circadian Rhythms, Memory, and Aging. In C. Izawa & N. Ohta (Eds.), *Human learning and memory: Advances in theory and application: The 4th Tsukuba International Conference on Memory* (pp. 199–217). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Hasher, L., Zacks, R. T., & Rahhal, T. A. (1999). Timing, instructions, and inhibitory control: Some missing factors in the age and memory debate. *Gerontology*, 45, 355–357.
- Hasher, L., Zacks, RT., & May, C. (1999). Inhibitory control, circadian arousal, and age. In: Gopher, D. & Koriat, A., (Eds.), *Attention & performance xvii: cognitive regulation of performance: interaction of theory and application* (pp. 653-675). Cambridge, MA: MIT Press.

- Hastings, M. H., Maywood, E. S. & Brancaccio, M. (2018). Generation of circadian rhythms in the suprachiasmatic nucleus. *Nat. Rev. Neurosci.*, 19, 453–469.
- Hirata, F. C., Lima, M. C. O., De Bruin, V. M. S., Nóbrega, P. R., Wenceslau, G. P., & De Bruin P. F. C. (2007). Depression in medical school: the influence of morningness-eveningness. *Chronobiol Int.*, 24(5):939–46.
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1968). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized intelligences, *Journal of Educational Psychology*, 57, 253–270.
- Horn, J., & Noll, J. (1994). A system for understanding cognitive capabilities: a theory and the evidence on which it is based. In D. K. Detterman (Ed.), *Current topics in human intelligence*, Vol. 4: *theories of intelligence* (pp. 151–203). Norwood, NJ: Ablex.
- Horne, J. A. & Ostberg, O. (1976). Self-assessment questionnaire to determine morningness±eveningness in human circadian rhythms. *Int. J. Chronobiol.*, 4:97–110.
- Huttenlocher, P. R. (1990). Morphometric study of human cerebral cortex development. *Neuropsychologia*, 28(6), 517-527.
- Intons-Peterson, M. J., Rocchi, P., West, T., McLellan, K., & Hackney, A. (1998). Aging, optimal testing times, and negative priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24(2), 362–376.
- Ishihara N., Honma Y., & Miyake S. (1990). Investigation of the children's version of the morningness-eveningness questionnaire with primary and junior high school pupils in Japan. *Percept Motor Skill*, 71:1353–4.
- Jensen, A. R. (1998). The factor. *Westport, CT: Prager*.

- Jensen, A. R. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. Westport, CT: Praeger.
- Kail, R., & Salthouse, T. A. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta psychologica*, 86(2-3), 199-225.
- Kanazawa, S., & Perina, K. (2009). Why night owls are more intelligent. *Personality and Individual Differences*, 47(7), 685-690.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent variable approach to verbal and visuo-spatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 189-217.
- Kausler, D. H. (2012). *Experimental psychology, cognition, and human aging*. Berlin: Springer Science & Business Media.
- Kempen, G. & Huijbers, P. (1983) The lexicalization process in sentence production and naming: Indirect election of words. *Cognition*, 14:185-209.
- Kevan, A., & Pammer, K. (2008). Visual deficits in pre-readers at familial risk for dyslexia. *Vision research*, 48(28), 2835-2839.
- Kim, S., Dueker, G. L., Hasher, L., & Goldstein, D. (2002). Children's time of day preference: age, gender and ethnic differences. *Personality and Individual Differences*, 33(7), 1083-1090.
- Kivelä, L., Papadopoulos, M. R., & Antypa, N. (2018). Chronotype and psychiatric disorders. *Current Sleep Medicine Reports*, 4(2), 94-103.
- Kuncel, N. R., Hezlett, S. A., & Ones, D. S. (2004). Academic performance, career potential, creativity, and job performance: Can one construct predict them all? *Journal of personality and social psychology*, 86(1), 148.
- Làdavas, E., & Berti, A. (2014) *Neuropsychologia*. 3/E. Bologna: Il Mulino.

- LaRue, A. (1992). *Aging and neuropsychological assessment*. New York: Plenum Press.
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A., & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child development*, 75(5), 1357-1372.
- Lustig, C., Hasher, L., & Tonev, S. T. (2006). Distraction as a determinant of processing speed. *Psychonomic bulletin & review*, 13(4), 619-625.
- Martelli, M., Di Filippo, G., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2009). Crowding, reading, and developmental dyslexia. *Journal of vision*, 9(4), 14-14.
- Mayes, S. D., Calhoun, S. L., Bixler, E. O., & Zimmerman, D. N. (2009). IQ and neuropsychological predictors of academic achievement. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 238-241.
- Mazri, F. H., Manaf, Z. A., Shahar, S., Fitri, A., & Ludin, M. (2020). The association between chronotype and dietary pattern among adults: A scoping review. *Int J. Environ. Res. Public Health*, 17, 68.
- Mohawk, J. A., Green, C. B., & Takahashi, J. S. (2012). Central and peripheral circadian clocks in mammals. *Annual review of neuroscience*, 35, 445.
- Moore, R. Y. & Eichler, V. B., (1972). Loss of a circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat. *Brain Res.*, 42, 201–206.
- Morrison, A. B., & Chein, J. M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic bulletin & review*, 18(1), 46-60.
- Nag, C., & Pradhan, R.K. (2012). Impact of lifestyle on circadian orientation and sleep behaviour. *Sleep Biol. Rhythms*, 10, 94–99.
- Natale, V., & Alzani, A. (2001). Additional validity evidence for the composite scale of morningness. *Pers Indiv Differ.*, 30:293–301.

- Natale, V., & Cicogna, P. (2002). Morningness-eveningness dimension: is it really a continuum? *Personality and individual differences*, 32(5), 809-816.
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T.J., Boykin, A.W., Brody, N., Ceci, S.J., et al. (1996). Intelligence: knowns and unknowns. *American Psychologist*, 51, 77 – 101.
- Nelson, C. A., Monk, C. S., Lin, J., Carver, L. J., Thomas, K. M., & Truwit, C. L. (2000). Functional neuroanatomy of spatial working memory in children. *Developmental psychology*, 36(1), 109.
- Orsini, A., Pezzuti, L., & Picone, L. (2012). WISC-IV. Contributo alla taratura italiana. Firenze: Giunti O.S.
- Papatsimpa. C., Schlangen, L. J. M., Smolders, K. C. H. J., Linnartz, J. P. M. G., & De Kort, Y. A. W. (2021). The interindividual variability of sleep timing and circadian phase in humans is influenced by daytime and evening light conditions. *Sci Rep.*, 11(1):13709.
- Peressotti, F., & Job, R. (2006), “Lessico: i processi”, in Laudanna A., Vogher A. M. (eds.) (2006), *Il linguaggio, Strutture linguistiche e processi cognitivi*, Laterza, Roma-Bari, pp. 149-169.
- Pessa, E. (1993). *Reti neurali e processi cognitivi*. Roma: Di Renzo.
- Kent, P. (2017). Fluid intelligence: A brief history. *Applied Neuropsychology: Child*, 6(3), 193-203.
- Preckel, F., Lipnevich, A. A., Schneider, S., & Roberts, R. D. (2011). Chronotype, cognitive abilities, and academic achievement: A meta-analytic investigation. *Learning and Individual Differences*, 21(5), 483-492.
- Rindermann, H., & Neubauer, A. C. (2004). Processing speed, intelligence, creativity, and school performance: Testing of causal hypotheses using structural equation models. *Intelligence*, 32(6), 573-589.

- Roberts, R. D., & Kyllonen, P. C. (1999). Morningness–eveningness and intelligence: early to bed, early to rise will likely make you anything but wise! *Personality and Individual Differences*, 27(6), 1123-1133.
- Roberts, R. D., & Stankov, L. (1999). Individual differences in speed of mental processing and human cognitive abilities: toward a taxonomic model. *Learning and Individual Differences*, 11, 1–120.
- Roenneberg T., Pilz L. K., Zerbini G., Winnebeck E. C. (2019). Chronotype and social jetlag: A (self-) critical review. *Biology*, 8(3), 54.
- Roenneberg T., Wirz-Justice A., Mellow M. (2003a). Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. *J Biol Rhythms*, 18:80–90.
- Roenneberg, T., & Mellow, M. (2016). The circadian clock and human health. *Current biology*, 26(10), R432-R443.
- Roenneberg, T., Kantermann, T., Juda, M., Vetter, C. & Allebrandt, K. V. (2013). Light and the human circadian clock. *Handb. Exp. Pharmacol.*, 217, 311–331.
- Roenneberg, T., Kuehnle, T., Pramstaller, P.P., Ricken, J., Havel, M., Guth, A., Mellow, M. (2004). A marker for the end of adolescence. *Curr. Biol.*, 14, R1038–R1039.
- Rumelhart, D.E., & McClelland, J.L. (1986) Parallel distributed processing. Explorations in the microstructures of cognition. *MIT Press*, Cambridge MA.
- Russo P.M., Bruni O., Lucidi F., Ferri R., Violani C. (2007). Sleep habits and circadian preference in Italian children and adolescents. *J. Sleep Res*, 16:163–169.
- Salthouse, T. A. (2000). Aging and measures of processing speed. *Biological psychology*, 54(1-3), 35-54.
- Salthouse, T. A., & Somberg, B. L. (1982). Isolating the age difference in speeded performance. *Journal of Gerontology*, 37, 59-63.

- Sartori G., Job R. e Tressoldi P.E. (2007), Batteria per la Valutazione della Dislessia e della Disortografia Evolutiva-2/DDE-2. Nuova edizione con norme aggiornate, Firenze, *Giunti OS*.
- Schmidt, C. et al. (2007) A time to think: circadian rhythms in human cognition. *Cogn. Neuropsychol.*, 24, 755–789.
- Schmidt, T. M., Do, M. T., Dacey, D., Lucas, R., Hattar, S., Matynia, A. (2011). Melanopsin-positive intrinsically photosensitive retinal ganglion cells: from form to function. *J. Neurosci.*, 31, pp. 16094-16101.
- Shelton, J. T., Elliott, E. M., Hill, B. D., Calamia, M. R., & Gouvier, W. D. (2009). A comparison of laboratory and clinical working memory tests and their prediction of fluid intelligence. *Intelligence*, 37(3), 283-293.
- Shelton, J. T., Elliott, E. M., Hill, B. D., Calamia, M. R., & Gouvier, W. D. (2009). A comparison of laboratory and clinical working memory tests and their prediction of fluid intelligence. *Intelligence*, 37(3), 283-293.
- Slaghuis, W. L., & Ryan, J. F. (1999). Spatio-temporal contrast sensitivity, coherent motion, and visible persistence in developmental dyslexia. *Vision research*, 39(3), 651-668.
- Song, J., & Stough, C. (2000). The relationship between morningness–eveningness, time-of-day, speed of information processing, and intelligence. *Personality and Individual differences*, 29(6), 1179-1190.
- Soresi, F. (2014). Intelligenza fluida ed intelligenza cristallizzata – Psicologia. *State of Mind. Il giornale delle scienze psicologiche*.
- Spearman, C. G. (1904). “General intelligence,” objectively determined and measured, *American Journal of Psychology*, 15, 201–292.

- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N., & Plomin, R. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence*, 34(4), 363-374.
- Stankov, L., & Roberts, R. D. (1997). Mental speed is not the 'basic' process of intelligence. *Personality and Individual Differences*, 22(1), 69-84.
- Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in neurosciences*, 20(4), 147-152.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2006). Simple and complex memory spans and their relation to fluid abilities: Evidence from list-length effects. *Journal of Memory and Language*, 54(1), 68-80.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: Active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review*, 114(1), 104-132.
- Urbán, R., Magyaródi, T., & Rigó, A. (2011). Morningness-eveningness, chronotypes and health-impairing behaviors in adolescents. *Chronobiology international*, 28(3), 238-247.
- Van Dongen, H. P., Vitellaro, K. M., & Dinges, D. F. (2005). Individual differences in adult human sleep and wakefulness: Leitmotif for a research agenda. *Sleep*, 28(4), 479-498.
- Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (2010). Dyslexia: a deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing. *Trends in cognitive sciences*, 14(2), 57-63.
- Vollmer, C., Michel, U., & Randler, C. (2012). Outdoor light at night (LAN) is correlated with eveningness in adolescents. *Chronobiol. Int.* 29:502-508.
- Von Schantz, M., Taporoski, T. P., Horimoto, A. R. V. R., Duarte, N. E., Vallada, H., Krieger, J. E., et al. (2015). Distribution and heritability

- of diurnal preference (chronotype) in a rural Brazilian family-based cohort, the Baependi study. *Sci. Rep.*, 5, 9214.
- Wechsler, D. (1939). *The Measurement of Adult Intelligence*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Wechsler, D. (1950). Cognitive, conative, and non-intellective intelligence, *American Psychologist*, 5, 78–83.
- Wechsler, D. (2003b). *WISC-IV: technical and interpretation manual*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2014). *WISC-V technical and interpretive manual*. Bloomington, MN: NCS Pearson.
- Werner, H., Le Bourgeois, M. K., Geiger, A., & Jenni, O. G. (2009). Assessment of chronotype in four- to elevenyear-old children: reliability and validity of the Children's ChronoType Questionnaire (CCTQ). *Chronobiol Int.*, 26:992–1014.
- Whittier, A., Sanchez, S., Castaneda, B., et al. (2014). Eveningness chronotype, daytime sleepiness, caffeine consumption, and use of other stimulants among Peruvian University students. *J Caffeine Res*, 4(1):21–27.
- Wittmann, M., Dinich, J., Merrow, M., & Roenneberg, T. (2006). Social jetlag: Misalignment of biological and social time. *Chronobiol. Int.* 23, 497–509.
- Yoon, C. (1997). Age differences in consumers' processing strategies: an investigation of moderating influences. *Journal of Consumer Research*, 24, 329–342.
- Zarch, Z. N., Sharifi, M., Heidari, M., & Pakdaman, S. (2018). Investigating chronotype orientation on daily and weekly rhythm fluctuations in preschoolers working memory performance. *Int Clin Neurosci J*, 5(4), 150-157.

- Zavada, A., Gordijn, M. C., Beersma, D. G., Daan, S., & Roenneberg, T. (2005). Comparison of the Munich Chronotype Questionnaire with the Horne-Östberg's morningness-eveningness score. *Chronobiology international*, 22(2), 267-278.
- Zimprich, D., & Martin, M. (2002). Can longitudinal changes in processing speed explain longitudinal age changes in fluid intelligence? *Psychology and aging*, 17(4), 690.

Appendice

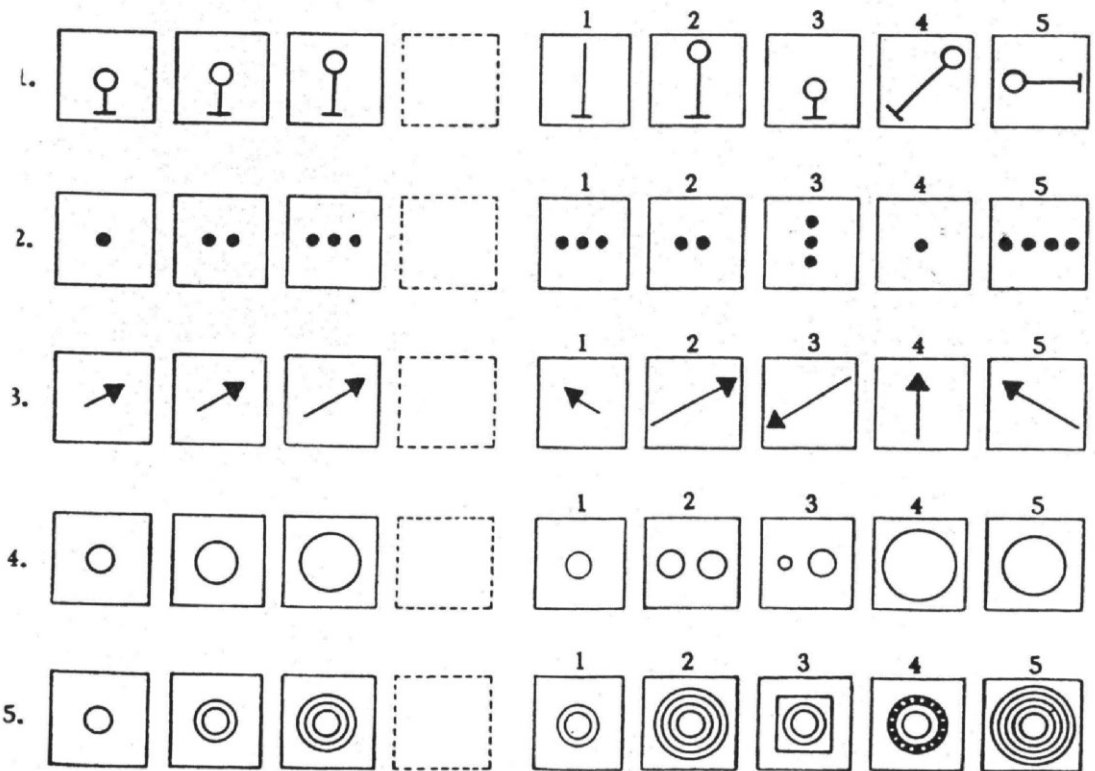
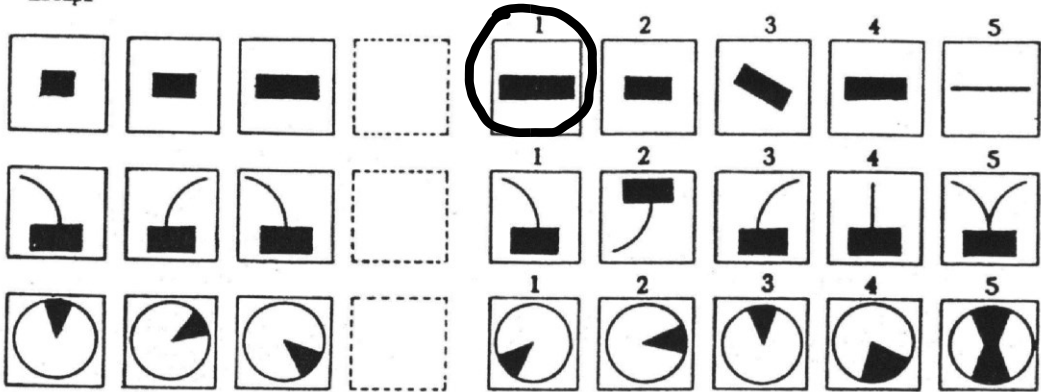
*Prova visiva per il pensiero analogico e
deduttivo*

REATTIVO GENERALE
“CULTUREFREE”

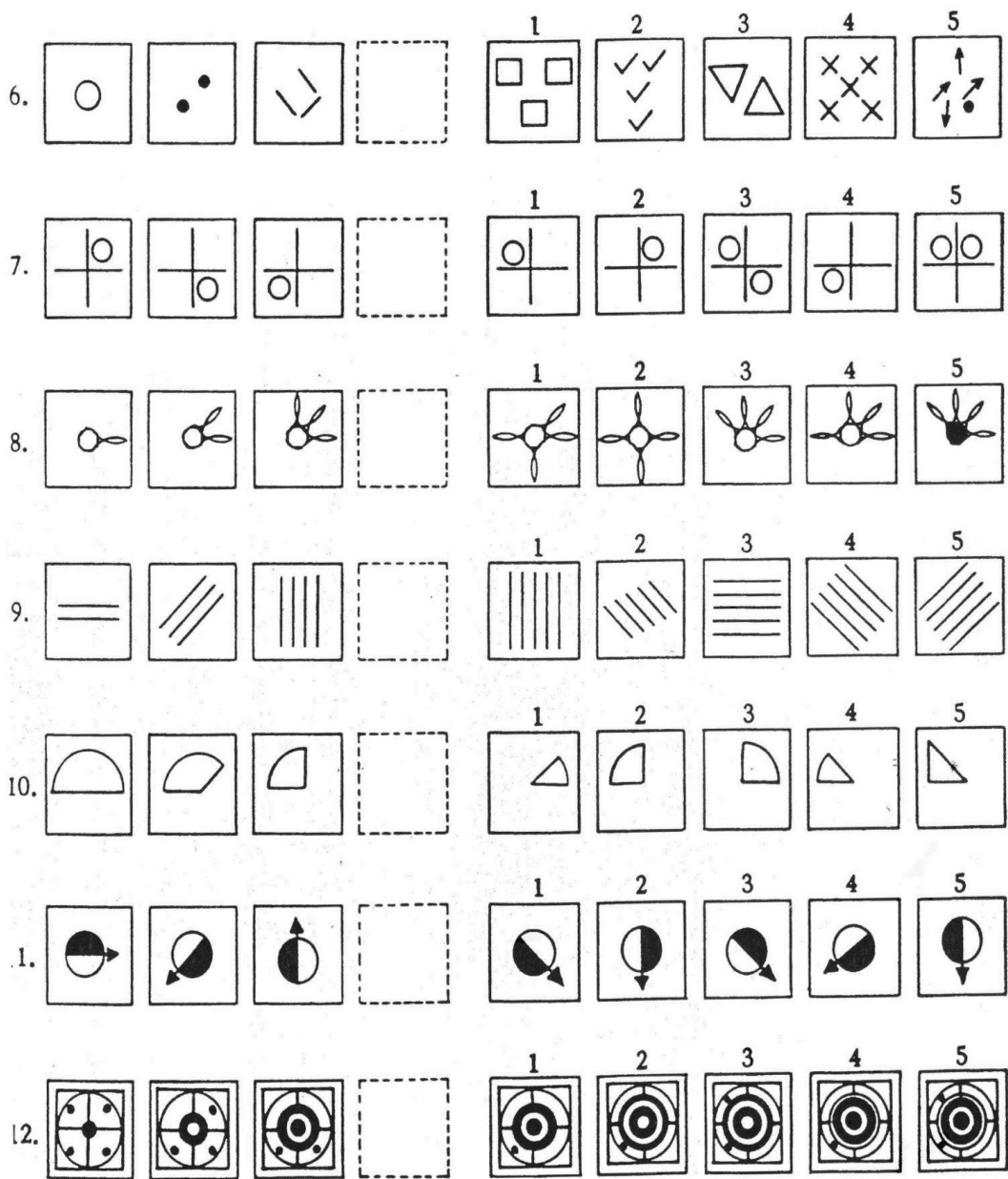
Scala 2 – Forma A
di R. B. Cattell e A. K. S. Cattell

TEST 1

Esempi



1.

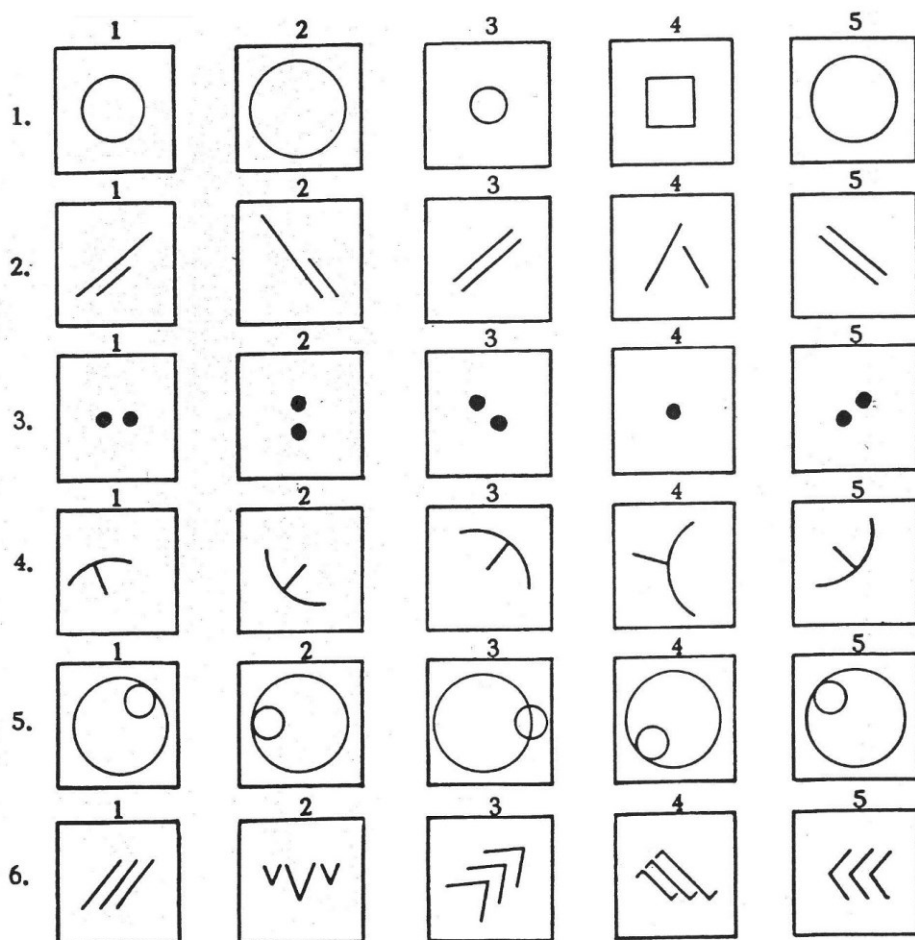
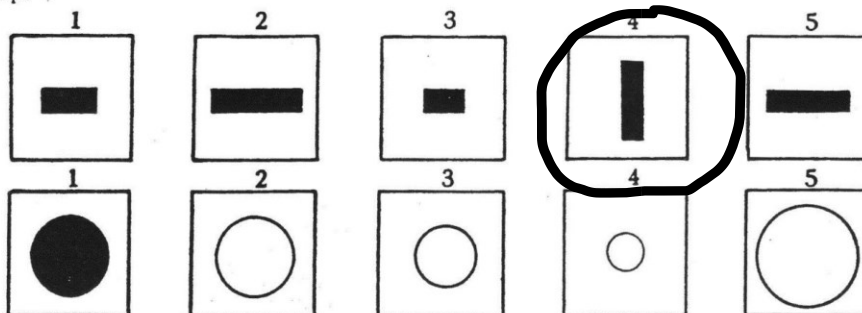


NON VOLTATE LA PAGINA PRIMA CHE VI VENGA DETTO

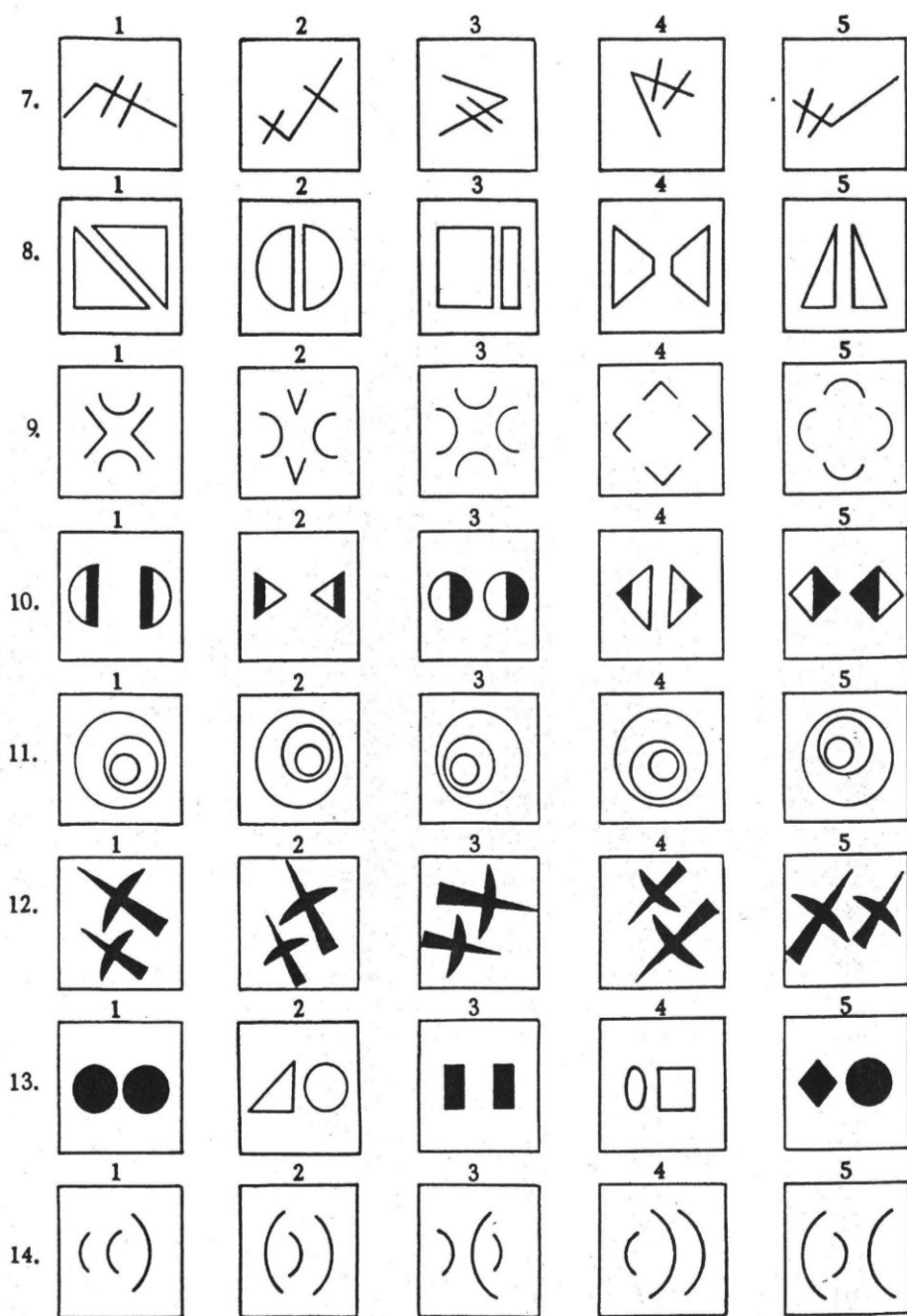
2.

TEST 2

Esempi



3.

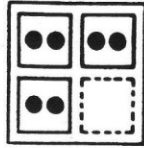


NON VOLTATE LA PAGINA PRIMA CHE VI VENGA DETTO

4.

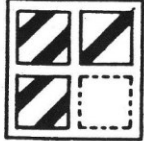
TEST 3

Esempi

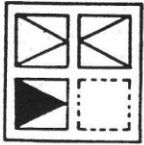


Risposte

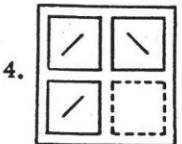
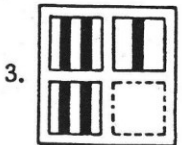
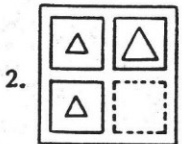
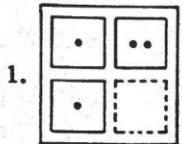
3



1



4



5.

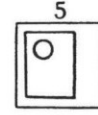
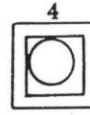
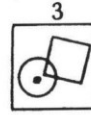
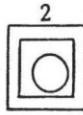
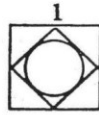
6.		1	2	3	4	5	Risposte
							☐
7.		1	2	3	4	5	
							☐
8.		1	2	3	4	5	
							☐
9.		1	2	3	4	5	
							☐
10.		1	2	3	4	5	
							☐
11.		1	2	3	4	5	
							☐
12.		1	2	3	4	5	
							☐

NON VOLTATE LA PAGINA PRIMA CHE VI VENGA DETTO

6.

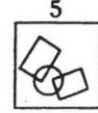
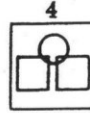
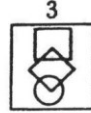
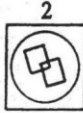
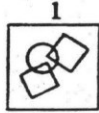
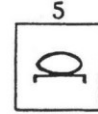
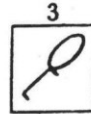
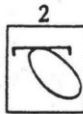
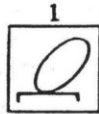
TEST 4

Esempi

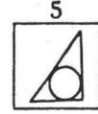
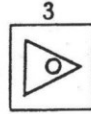
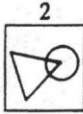
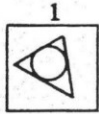


Risposte

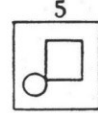
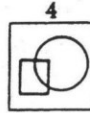
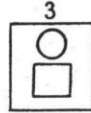
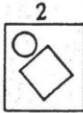
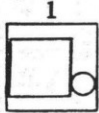
3



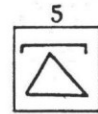
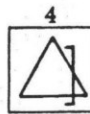
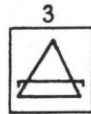
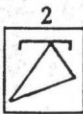
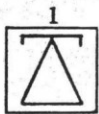
1.



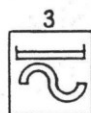
2.



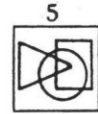
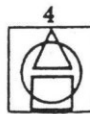
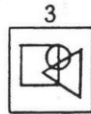
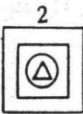
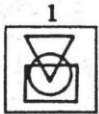
3.



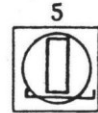
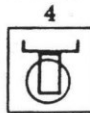
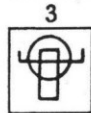
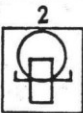
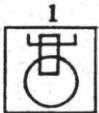
4.



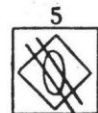
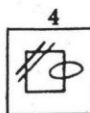
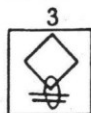
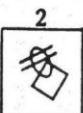
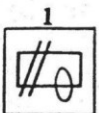
5.



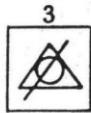
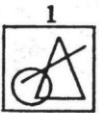
6.



7.



8.



7.

Morningness-Eveningness Questionnaire for Children and Adolescents (MEQ-CA)

sexo (M) (F)

codice _____

data di nascita _____ data di compilazione _____ classe e scuola frequentata _____

ISTRUZIONI. Per favore, leggi attentamente ogni domanda e rispondi seguendo l'ordine numerico. Rispondi ad ogni domanda indipendentemente dalle altre senza tornare indietro per controllare le risposte precedenti. Le risposte date a questo questionario rimarranno riservate, cerca pertanto di rispondere il più sinceramente possibile. Alcune domande prevedono una serie di risposte; per queste scegli solo quella che meglio ti descrive facendo una crocetta tra le parentesi accanto ad essa. Per le domande, invece, che si riferiscono ad un orario preciso, indica l'ora ed i minuti esatti. Grazie per la collaborazione.

1. Se tu potessi svegliarti liberamente, a che ora ti alzeresti alla mattina? ore _____ minuti _____
2. Se tu potessi andare a letto liberamente, a che ora andresti a letto la sera? ore _____ minuti _____
3. Di solito per svegliarti al mattino quanto hai bisogno della sveglia o che qualcuno ti svegli?
☐ per niente
☐ leggermente
☐ abbastanza
☐ molto
4. Di solito quanto ti è facile svegliarti alla mattina?
☐ molto difficile
☐ difficile
☐ abbastanza facile
☐ molto facile
5. Di solito quanto ti senti sveglio/a alla mattina trenta minuti dopo esserti svegliato/a?
☐ per niente sveglio/a
☐ leggermente sveglio/a
☐ abbastanza sveglio/a
☐ molto sveglio/a
6. Di solito com'è il tuo appetito alla mattina trenta minuti dopo che ti sei svegliato/a?
☐ molto scarso
☐ abbastanza scarso
☐ abbastanza forte
☐ molto forte
7. Quanto ti senti stanco/a alla mattina trenta minuti dopo che ti sei svegliato/a?
☐ molto stanco/a
☐ abbastanza stanco/a
☐ abbastanza riposato/a
☐ molto riposato/a
8. Se il giorno dopo non devi andare a scuola, a che ora vai a letto rispetto alla tua solita ora?
☐ quasi sempre alla stessa ora
☐ meno di un'ora più tardi
☐ una o due ore più tardi
☐ più di due ore più tardi
9. Se tu dovessi fare ginnastica due volte alla settimana tra le 7 e le 8 del mattino, come ci riusciresti?
☐ sarei in ottima forma
☐ sarei in buona forma
☐ lo troverei difficile
☐ lo troverei molto difficile
10. A che ora la sera ti senti stanco/a e di conseguenza hai voglia di andare a letto? ore _____ minuti _____

11. Se devi sostenere un esame che dura due ore, pensando all'ora migliore per te, quale di questi periodi preferiresti?

- ☐ tra le 8 e le 10
- ☐ tra le 11 e le 13
- ☐ tra le 15 e le 17
- ☐ tra le 19 e le 21

12. Se vai a letto alle 11 di sera, quanto ti senti stanco/a?

- ☐ per niente stanco/a
- ☐ un po' stanco/a
- ☐ abbastanza stanco/a
- ☐ molto stanco/a

13. Se ti capita di andare a letto due o tre ore più tardi del solito, il giorno dopo a che ora riesci a svegliarti?

- ☐ alla solita ora e mi alzo
- ☐ alla solita ora e dopo sonnecchio
- ☐ alla solita ora ma dopo mi riaddormento
- ☐ più tardi della solita ora

14. Se una notte, per una qualche ragione, devi rimanere sveglio/a tra le 4 e le 6 del mattino, e il giorno dopo non devi andare a scuola, quale delle seguenti alternative scegli?

- ☐ non dormo prima e vado a letto solo dopo
- ☐ faccio un sonnellino prima e dormo dopo
- ☐ dormo prima e faccio un sonnellino dopo
- ☐ dormo solo prima e dopo rimango sveglio

15. Pensando all'ora in cui ti senti più sveglio/a, quale di questi orari sceglieresti per fare ginnastica?

- ☐ tra le 8 e le 10
- ☐ tra le 11 e le 13
- ☐ tra le 15 e le 17
- ☐ tra le 19 e le 21

16. Se tu dovessi fare ginnastica due volte alla settimana tra le 10 e le 11 di sera, come pensi che ti sentiresti a quell'ora?

- ☐ sarei in ottima forma
- ☐ sarei in buona forma
- ☐ lo troverei difficile
- ☐ lo troverei molto difficile

17. Un giorno sei a casa da scuola e devi aiutare i genitori a fare dei lavori di casa; ti pagano e più lavori più ti pagano. Quale orario sceglieresti?

ore _____ minuti _____

18. A che ora del giorno ti senti più in forma?

ore _____ minuti _____

19. Ti senti più attivo/a la mattina o il pomeriggio?

- ☐ decisamente più attivo/a al mattino
- ☐ un po' più attivo/a alla mattina rispetto alla sera
- ☐ un po' più attivo/a alla sera rispetto alla mattina
- ☐ decisamente più attivo/a alla sera

PROVA PAROLE – Versione A

Istruzioni. Leggi a voce alta queste liste di parole, una colonna alla volta, ffermandoti alla fine di ciascuna. Cerca di leggere il più velocemente possibile senza fare errori.

[A-CAF]

[A-CBF]

[A-LAF]

[A-LBF]

lepre
regno
luna
pace
notte
disco
merce
mela
gatto
acqua
topo
mago
tetto
aria
cuore
scena
orto
destra
pugno
lato

elmo
rissa
rostro
asma
chiosa
gazza
tatto
nodo
cuoio
cedro
orzo
vigna
globo
rospo
sede
ascia
ciglia
golfo
prosa
talpa

fenomeno
colore
natura
lucertola
piscina
palazzo
farina
migliaio
principe
finestra
pagina
inglese
albergo
stagione
cinghiale
elefante
sorella
campagna
tavolo
castello

vipera
merluzzo
ginestra
calcagno
candito
vertigine
bersaglio
monastero
arnese
codice
gardenia
carcere
caparra
coperchio
profitto
usignolo
valvola
sciagura
silicone
edicola

PROVA NON-PAROLE – Versione A

Istruzioni. Leggi a voce alta queste liste di non-parole, una colonna alla volta, ffermandoti alla fine di ciascuna. Cerca di leggere il più velocemente possibile senza fare errori.

[A-C]

nopre
megne
dusca
marge
niffe
rontri
delu
gluma
rasmo
tissu
zigo
puoze
gavvo
ebia
sada
elnu
chiole
oscie
girfo
cuzza

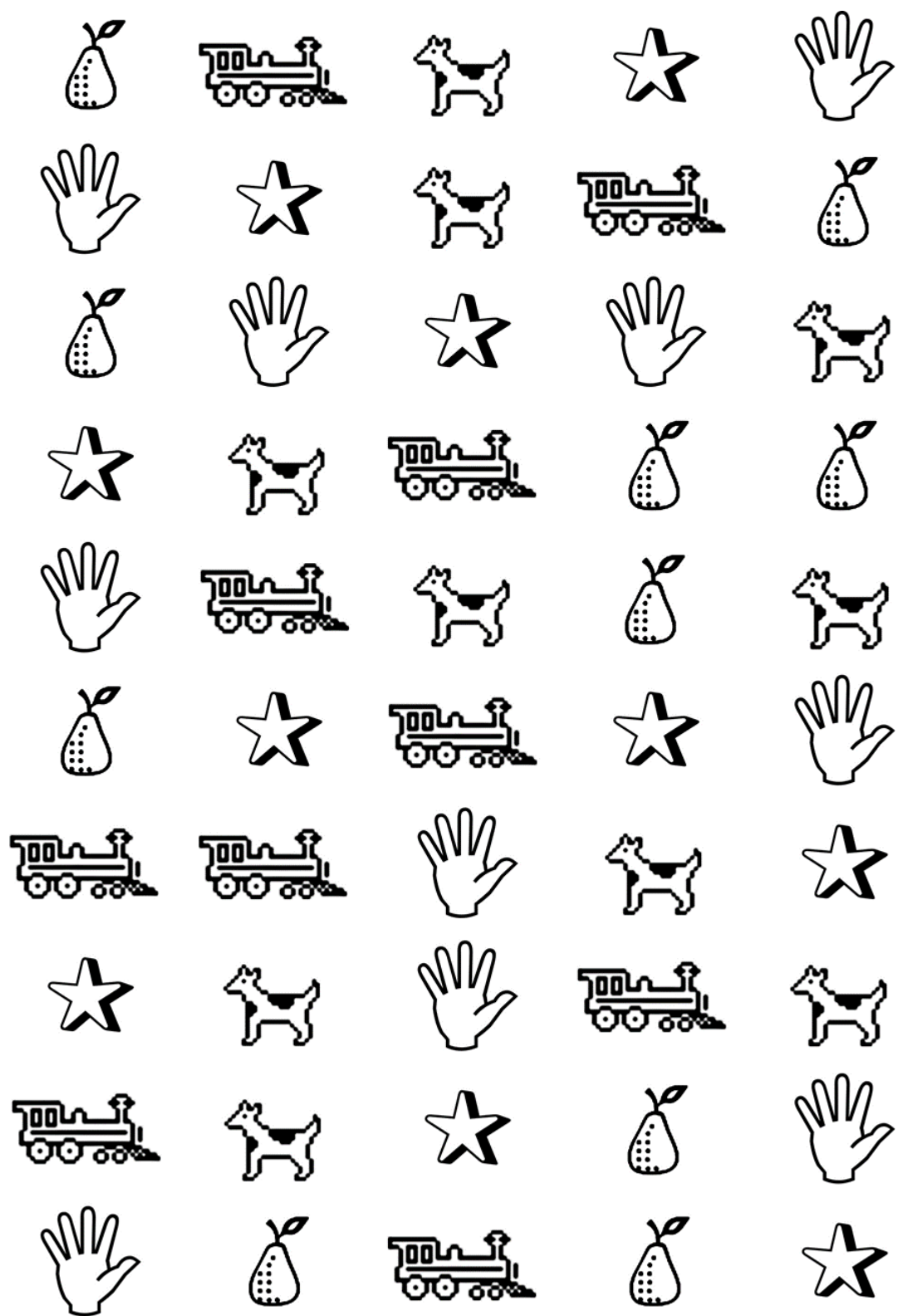
[A-L]

tenusene
ciscile
zinostri
filisa
cenghiope
urmide
tarsoglio
atagnome
solvoca
lorpace
romilla
molobo
fasmella
prancole
paceno
larmenio
mozerpie
prosabbi
lapirma
calzegne



SANTA LUCIA
NEUROSCIENZE
E RIABILITAZIONE

**TEST DI DENOMINAZIONE RAPIDA
E RICERCA VISIVA DI
FIGURE**



Ricerca di simboli B

Età 8-16

Item di esempio

$\oplus$	$\ominus$	$\oplus$	$\angle$	$<$	$\vdash$	$\sim$	☐ Sì	☐ NO
$\leadsto$	$\angle$	$\neq$	$\cap$	Υ	$\leq$	$\boxplus$	☐ Sì	☐ NO

Item di addestramento

$\models$	$<$	$\leadsto$	$\models$	$\pm$	$\triangleleft$	$\ominus$	☐ Sì	☐ NO
$\approx$	$\ominus$	$\cap$	$\pm$	$\perp$	$\neq$	Υ	☐ Sì	☐ NO

Continuare a p. 8

B

$\ominus$	$\oplus$	$\geq$	$\preceq$	$\ominus$	$\approx$	$\lrcorner$	☐ Si	☐ NO
$\vdash$	$\sqsubset$	$\vdash$	$\preceq$	$>$	$\cup$	$\otimes$	☐ Si	☐ NO
$\cap$	$\cup$	$\Rightarrow$	$\lrcorner$	$\models$	$\boxplus$	$\triangleleft$	☐ Si	☐ NO
$\otimes$	$\sim$	$\neq$	$\otimes$	$\sqcup$	$\neq$	$\ominus$	☐ Si	☐ NO
$\neq$	$\preceq$	$\models$	$\preceq$	$\subset$	$\lrcorner$	$\preceq$	☐ Si	☐ NO
$\triangleright$	$\triangleright$	$\sim$	$\cup$	$\geq$	$\neq$	$\approx$	☐ Si	☐ NO
$\approx$	$\sqsubset$	$\cap$	$\cup$	$\lrcorner$	$\preceq$	$\downarrow$	☐ Si	☐ NO
$\star$	$\sim$	$\neq$	$\ominus$	$\preceq$	$\sqsubset$	$\sim$	☐ Si	☐ NO
$\sqsubset$	$\star$	$\triangleright$	$\subset$	$\preceq$	$\triangleright$	$\cup$	☐ Si	☐ NO
$\boxplus$	$\sim$	$\neq$	$\vdash$	$\subset$	$\boxplus$	$\lrcorner$	☐ Si	☐ NO
$\star$	$\triangleright$	$\triangleright$	$\star$	$\triangleleft$	$\neq$	$\neq$	☐ Si	☐ NO
$\parallel$	$\downarrow$	$\preceq$	$\geq$	$\cup$	$\sim$	$\leq$	☐ Si	☐ NO
$\subset$	$\lrcorner$	$\vdash$	$\star$	$\triangleleft$	$\neq$	$\approx$	☐ Si	☐ NO
$\parallel$	$\boxtimes$	$\boxplus$	$\boxtimes$	$\star$	$\lrcorner$	$\preceq$	☐ Si	☐ NO
$\lrcorner$	$\models$	$\star$	$\vdash$	$\preceq$	$\lrcorner$	$\preceq$	☐ Si	☐ NO

BARRAGE CON CROWDING

(Seguire le righe con ordine; 90 secondi per prova)

Qui sotto vedi tanti simboli che assomigliano a delle lettere. Il tuo compito è cercare tutte le coppie di simboli identici alla coppia mostrata in alto. Cioè, devi cercare gli stessi due simboli vicini tra loro e nello stesso ordine. Quando trovi una coppia, fai una riga sopra di essa con la penna e procedi subito oltre. Devi andare in ordine riga per riga, come se stessi leggendo. Cerca di essere il più veloce possibile, ma senza fare errori. Se ti accorgi di aver fatto un errore, prosegui lo stesso, facendo attenzione per la volta successiva!

ESEMPIO

⊃ †

≈ ⊂ ≈ ⊃ † ⊂ ⊕ ⊕ ≪ ||| ⊃ † ⊕ ⊂ ≪ ⊕ † ⊃ † ≈ ≈ † ≈ †
⊕ ≈ ⊃ † † ≪ ⊂ ⊃ † ⊃ ⊖ ||| ≈ ≪ ≈ ⊃ † ⊖ ≪ ≈ ⊂ † ⊕ † ⊕ ⊃
† ⊃ ||| ||| ⊖ ⊃ ||| ⊂ ⊂ ⊃ † † ≈ ⊕ † ⊃ † ⊂ † ⊃ ⊃ ≈ ⊃ ⊃ † ≪ †
≈ ||| † ⊃ † † ||| † ||| ⊃ ⊖ † ≈ ⊃ † ⊖ ||| ⊕ ≪ ≈ † ⊕ ⊕ ⊕ |||
||| ≈ ||| ≈ ⊖ ⊖ ⊖ ⊖ ≪ ⊕ ⊃ † ≈ ≈ ⊃ ⊃ ≈ ⊂ ≈ † ⊕ ⊖ ≈ ⊃ ⊃
≈ ||| ≈ ⊕ † ⊖ ⊖ ⊂ † ≈ ≪ ⊃ ⊕ ≈ ||| ⊖ † ≈ ≈ † ≈ ⊃ ||| ≪ ⊖

BASELINE

$$\exists \neq$$

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

CROWDING

 $\exists \neq$ [illegible]

3. Memoria di cifre

 **Punti di inizio:**
Età 6-16
Diretta: Item 1
Inversa: Esempio,
poi Item 1

 **Interruzione:**
Diretta: Dopo un punteggio
di 0 in entrambe le prove di
un item.
Inversa: Dopo un punteggio
di 0 in entrambe le prove di
un item.

 **Punteggio:**
0 o 1 punto per ogni prova
MD e MI
Punteggio grezzo totale rispettivamente per Memoria di
cifre diretta e memoria di cifre inversa
SD e SI
Numero di cifre richiamate correttamente nell'ultima prova
in cui il bambino ha ottenuto 1 punto, rispettivamente per
Memoria di cifre diretta e memoria di cifre inversa.

Item	Stimoli	Risposta data
1. Prova 1 Prova 2	2 - 9 4 - 6	
2. Prova 1 Prova 2	3 - 8 - 6 6 - 1 - 2	
3. Prova 1 Prova 2	3 - 4 - 1 - 7 6 - 1 - 5 - 8	
4. Prova 1 Prova 2	8 - 4 - 2 - 3 - 9 5 - 2 - 1 - 8 - 6	
5. Prova 1 Prova 2	3 - 8 - 9 - 1 - 7 - 4 7 - 9 - 6 - 4 - 8 - 3	
6. Prova 1 Prova 2	5 - 1 - 7 - 4 - 2 - 3 - 8 9 - 8 - 5 - 2 - 1 - 6 - 3	
7. Prova 1 Prova 2	1 - 8 - 4 - 5 - 9 - 7 - 6 - 3 2 - 9 - 7 - 6 - 3 - 1 - 5 - 4	
8. Prova 1 Prova 2	5 - 3 - 8 - 7 - 1 - 2 - 4 - 6 - 9 4 - 2 - 6 - 9 - 1 - 7 - 8 - 3 - 5	

Item	Stimoli	Risposta giusta	Risposta data
<i>Esempio 1</i> <i>Esempio 2</i>	8 - 2 5 - 6	2-8 6-5	
1. Prova 1 Prova 2	2 - 1 1 - 3	1-2 3-1	
2. Prova 1 Prova 2	3 - 5 6 - 4	5-3 4-6	
3. Prova 1 Prova 2	5 - 7 - 4 2 - 5 - 9	4-7-5 9-5-2	
4. Prova 1 Prova 2	7 - 2 - 9 - 6 8 - 4 - 9 - 3	6-9-2-7 3-9-4-8	
5. Prova 1 Prova 2	4 - 1 - 3 - 5 - 7 9 - 7 - 8 - 5 - 2	7-5-3-1-4 2-5-8-7-9	
6. Prova 1 Prova 2	1 - 6 - 5 - 2 - 9 - 8 3 - 6 - 7 - 1 - 9 - 4	8-9-2-5-6-1 4-9-1-7-6-3	
7. Prova 1 Prova 2	8 - 5 - 9 - 2 - 3 - 4 - 6 4 - 5 - 7 - 9 - 2 - 8 - 1	6-4-3-2-9-5-8 1-8-2-9-7-5-4	
8. Prova 1 Prova 2	6 - 9 - 1 - 7 - 3 - 2 - 5 - 8 3 - 1 - 7 - 9 - 5 - 4 - 8 - 2	8-5-2-3-7-1-9-6 2-8-4-5-9-7-1-3	

