



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale
Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia
Applicata

Corso di Laurea Magistrale in Neuroscienze e
Riabilitazione Neuropsicologica

Tesi di Laurea Magistrale

**UN NUOVO TEST PER IL RAGIONAMENTO
LOGICO-ASTRATTO (ABSTRACT REASONING TEST):
L'EFFETTO MODULATORIO DELLA RISERVA
COGNITIVA**

**A NEW TEST FOR LOGICAL-ABSTRACT REASONING
(ABSTRACT REASONING TEST): THE MODULATORY
EFFECT OF COGNITIVE RESERVE**

Relatrice:
Prof.ssa Sara Mondini

Correlatrice:
Dott.ssa Veronica Pucci

Laureanda:
Federica Barletta

Matricola:
1238571

Anno Accademico 2021/2022

INDICE

Introduzione.....	5
Capitolo 1: Funzioni Esecutive e ragionamento logico-astratto...7	
1.1 Funzioni cognitive di “ordine superiore”: le Funzioni Esecutive.....	7
1.1.2 Modelli delle Funzioni Esecutive.....	9
1.1.3 Strumenti neuropsicologici per la valutazione delle FE.....	12
1.2 Il ragionamento logico-astratto.....	14
1.2.2 Come valutare il ragionamento logico-astratto.....	16
1.3 ART: un nuovo strumento per la valutazione del ragionamento logico-astratto.....	18
Capitolo 2: Riserva cognitiva e ragionamento logico-astratto.....	22
2.1 Cos'è la riserva cognitiva?.....	22
2.1.2 Modelli passivi e modelli attivi della riserva.....	23
2.2 Riserva cognitiva e relazione con il funzionamento cognitivo.....	26
2.3 L'influenza della riserva cognitiva sul ragionamento logico-astratto.....	30
Capitolo 3: La ricerca.....	32
3.1 Obiettivi dello studio.....	32
3.2 Partecipanti.....	32
3.3 Materiali e metodi.....	33
3.4 Procedura.....	35
3.5 Analisi dei dati e risultati.....	37
Capitolo 4: Discussione e conclusioni.....	47
4.1 Limiti e sviluppi futuri.....	48
Bibliografica.....	50
Appendice 1: ART.....	63

INTRODUZIONE

Nell'area della neuropsicologia, il termine Funzioni Esecutive (FE) fa riferimento a: inibizione e controllo dell'interferenza, memoria di lavoro (*working memory*, WM) e flessibilità cognitiva. Da queste si costruiscono le FE di “ordine superiore” come il ragionamento (Diamond, 2013). Quest'ultimo consente di giungere ad una conclusione a partire da un insieme di premesse, seguendo un percorso logico-razionale. In letteratura esistono abbondanti prove che i disturbi esecutivi siano associati a danni ai lobi frontali, sede delle Funzioni Esecutive (Baddeley, 2017), nonostante ciò, alcuni autori come Reitan & Wolfson (1999; 2000) e Goldstein & Naglieri (2014) sostengono che le Funzioni Esecutive possono essere compromesse anche a seguito di lesioni in aree del cervello differenti dai lobi frontali. Molteplici sono gli strumenti utilizzati per valutare queste funzioni, tra questi i compiti di *card sorting*, i test di *trail making* (Reynolds & Horton, 2014), di pianificazione, di inibizione, di astrazione verbale e ragionamento con materiale visuo-spaziale. Vista però, la carenza nel panorama italiano di strumenti aggiornati, rapidi e rappresentativi che valutino l'abilità di ragionamento logico-astratto di tipo verbale, gli obiettivi di questo studio intendono presentare un nuovo strumento (Abstract Reasoning Test, ART) per la valutazione di questo. Inoltre, lo studio intende indagare l'effetto modulatore della riserva cognitiva, un costrutto teorico che definisce le capacità di un individuo nell'impiegare le proprie risorse in condizioni di fragilità (es. un danno cerebrale) tramite l'impiego di risorse supplementari (Stern, 2009). La riserva cognitiva deriva dalle esperienze maturate lungo tutto il corso della propria vita e migliora le funzioni cognitive di persone sane, e in particolare le Funzioni Esecutive. Il ragionamento logico-astratto fa parte proprio di queste ultime.

Nel presente studio sono stati reclutati 93 partecipanti sani, i quali sono stati suddivisi in due gruppi: un gruppo al quale sono stati somministrati i test in presenza ed un gruppo che ha svolto i test in auto-somministrazione. I partecipanti sono stati quindi suddivisi in due *setting*, un *setting* in presenza composto da 30 partecipanti, ai quali sono stati somministrati i seguenti test: (1) l'*Abstract Reasoning Test* (ART), volto a misurare l'abilità di ragionamento logico ed astrazione verbale; (2)

la versione breve del *Cognitive Reserve Index questionnaire, short CRIq*, (s-CRIq, tratto da Nucci et al., 2012), volto a quantificare la riserva cognitiva del campione; (3) il *Global Examination of Mental State* (GEMS, Mondini et al., 2022), uno screening cognitivo volto a valutare lo stato cognitivo generale di ciascun partecipante. Nel *setting* in auto-somministrazione composto da 63 partecipanti sono stati invece impiegati i seguenti test: (1) la versione auto-somministrata dell'*Abstract Reasoning Test* (ART); (2) lo *short Cognitive Reserve Index questionnaire* nella sua versione auto-somministrata; (3) l'*auto-Global Examination of Mental State* (auto-GEMS, Bonato et al., in preparazione), versione auto-somministrata di GEMS.

Dopo aver verificato tramite il test GEMS, il funzionamento cognitivo del campione che è risultato nella norma, è stata svolta l'analisi statistica dei dati raccolti dai quali è emersa un'alta e significativa correlazione tra riserva cognitiva e ragionamento logico-astratto ($r=0.413$, $p<0.001$). È inoltre risultato che il funzionamento cognitivo, misurato con il GEMS e con la sua versione auto-somministrata (auto-GEMS), correla positivamente con il ragionamento logico- astratto ($r=0.737$, $p<0.001$) e con la riserva cognitiva ($r=0.449$, $p<0.001$).

In linea con quanto riportato in letteratura riguardo la relazione tra riserva cognitiva e Funzioni Esecutive è stato riscontrato che anche il ragionamento logico- astratto è influenzato dall'insieme di esperienze cognitivamente stimolanti accumulate nel corso della vita.

Capitolo 1

Funzioni Esecutive e ragionamento logico-astratto

1.1 Funzioni cognitive di “ordine superiore”: le Funzioni Esecutive

Molteplici sono le definizioni attribuite al costrutto di Funzioni Esecutive (FE), nessuna di esse ad oggi, però, soddisfa appieno i ricercatori in questo ambito (Reynolds & Horton, 2014). Lezak (1983) le definisce *capacità cognitive che rendono un individuo in grado di eseguire un comportamento indipendente, finalizzato e adattivo* (Burke et al., 1991). In linea è la descrizione che ne danno Knight & Stuss (2002), *processi necessari per mettere in atto comportamenti orientati verso un obiettivo*. Gilbert e Burgess (2008) le definiscono *l'insieme di abilità cognitive che facilitano nuovi modi di comportarsi ed ottimizzano il proprio approccio a circostanze non familiari*.

Nonostante le differenze riguardo la definizione del costrutto, vi è un generale accordo circa la localizzazione anatomico-funzionale di queste. Le FE sono state, infatti, associate ai lobi frontali, in particolare alla corteccia prefrontale (CPF) che ha una funzione essenziale nel controllo esecutivo dei nostri comportamenti (Valeri & Stievano, 2007). Nonostante questo generale accordo alcuni studi hanno dimostrato che le Funzioni Esecutive possono essere compromesse anche a seguito di lesioni in zone del cervello differenti dai lobi frontali (Reitan & Wolfson, 1999; 2000; Goldstein & Naglieri, 2014). Infatti, anche in studi di neuroimaging, le basi neurali risultano più complesse in quanto la corteccia prefrontale è parte di una rete neuronale con connessioni distribuite in molte regioni del cervello e per questa ragione un adeguato funzionamento della CPF non è sufficiente per il corretto funzionamento delle FE (Valeri & Stievano, 2007).

In generale, gli studi di neuroimaging hanno fornito ampie prove di un'associazione tra il funzionamento esecutivo e i lobi frontali e hanno contribuito ad identificare le suddivisioni della CPF (Cristofori et al., 2019). Cristofori et al. (2019), discutono anche degli aspetti cognitivi che caratterizzano le Funzioni Esecutive. Secondo gli autori queste ultime comprendono l'insieme di abilità cognitive di “ordine

superiore” necessarie per analizzare e raggiungere un obiettivo, comprendere concetti complessi o astratti, risolvere problemi mai incontrati prima, pianificare eventi e gestire le interazioni sociali. Pertanto, le FE costituiscono un costrutto che implica:

- la capacità di inibire una risposta o di procrastinarla in un successivo e più appropriato momento;
- la pianificazione strategica e flessibile di una certa serie di comportamenti;
- la rappresentazione mentale del compito da svolgere, comprendente sia le informazioni rilevanti già codificate sia gli obiettivi da raggiungere (Valeri & Stievano, 2007).

La letteratura concorda sul definire le FE principali: inibizione e controllo dell'interferenza, memoria di lavoro (*working memory*, WM) e flessibilità cognitiva. Da queste si costruiscono le FE di “ordine superiore” come ragionamento, risoluzione dei problemi e pianificazione (Diamond, 2013).

1.1.2 Modelli delle Funzioni Esecutive

Diversi sono stati i modelli proposti per comprendere appieno il costrutto delle FE ed il modo in cui sono strutturate. Cristofori et al. (2019) riportano alcune di queste:

- Luria (1973) è stato il primo a concettualizzare un modello di FE e ha analizzato il comportamento di *problem-solving* considerandolo dipendente da un insieme di FE, le quali si basano sul corretto funzionamento dei lobi frontali.
- Lezak nel 1995, ispirata dal modello di Luria, ha definito le FE come le capacità mentali necessarie per formulare un obiettivo, e pianificare ed attuare azioni per poterlo raggiungere. Queste funzioni intervengono nell'esecuzione di compiti complessi ed agiscono quando sono richiesti processi di controllo comportamentale.
- Stuss e Benson (1986) hanno proposto un altro modello di FE, correlato al modello proposto da Lezak. Tuttavia, Stuss nel 1991 collocò le FE nel mezzo di una struttura gerarchica, all'interno della quale queste ultime ricevono input da processi di livello inferiore (ad es. attenzione, memoria, linguaggio, percezione) e da processi metacognitivi di livello superiore.
- Sohlberg e Mateer (1987; 2001) hanno invece concepito un modello clinico di FE che coinvolge sei componenti: avvio e pulsione, inibizione della risposta, persistenza del compito, organizzazione, pensiero produttivo e consapevolezza.
- Grafman (2002) ha introdotto la struttura del “complesso di eventi strutturati” (SEC, insieme di eventi orientato ad un obiettivo strutturato in sequenza e rappresenta la conoscenza tematica, la morale, le astrazioni, i concetti, le regole sociali, le caratteristiche degli eventi, i confini degli eventi e le grammatiche), suggerendo che la corteccia prefrontale memorizza forme uniche di conoscenza gerarchica che, quando attivate, appaiono come FE.

Sono stati inoltre proposti due modelli di FE basati sul neuroimaging funzionale. Da un lato, Badre e D'Esposito (2007) che hanno considerato la CPF cruciale per un'azione flessibile e organizzata e hanno fornito prove della presunta organizzazione di controllo rostrocaudale di quest'ultima. Dall'altro lato, Koechlin

e Summerfield (2007) hanno proposto una teoria che si basa sui concetti della teoria dell'informazione per descrivere l'architettura del controllo esecutivo nella CPF laterale. La teoria chiarisce come il controllo esecutivo possa operare come una funzione unitaria, nonostante il requisito che le informazioni siano integrate in più regioni prefrontali funzionalmente specializzate.

Sebbene i modelli qui descritti forniscano punti di vista diversi sull'organizzazione delle FE, tutti concordano sul fatto che queste ultime coinvolgano diverse sotto funzioni, per lo più relative alla CPF (Cristofori et al., 2019).

Infine, Diamond (2013), descrive tre principali sistemi sui quali si fondano le Funzioni Esecutive di “ordine superiore” (vedi Figura 1):

- 1) il *controllo inibitorio*, che consente di controllare l'attenzione, il comportamento, i pensieri e/o le emozioni, indispensabile nell'inibizione di un comportamento automatico o poco appropriato; senza di esso saremmo in balia degli impulsi;
- 2) la *memoria di lavoro* che consente di tener a mente le informazioni per poter lavorare mentalmente con esse, necessaria per svolgere calcoli mentali, tradurre le informazioni in piani d'azione, incorporare nuove informazioni ed organizzare insieme di cose. È inoltre fondamentale per la nostra capacità di vedere connessioni tra cose apparentemente non correlate e di separare elementi da un tutto integrato; il ragionamento non sarebbe possibile senza WM;
- 3) la *flessibilità cognitiva* intesa come l'opposto del concetto di rigidità, si basa sui primi due sistemi e si sviluppa successivamente; è fondamentale per i cambi di prospettiva sia spaziali che interpersonali e di pensiero verso qualcosa, implica l'essere sufficientemente flessibili a adattarsi alle mutate esigenze o situazioni, l'ammettere di aver sbagliato e la capacità di sfruttare opportunità improvvise e inaspettate.

Controllo inibitorio e memoria di lavoro si supportano a vicenda (rapporto di interdipendenza). Infatti, per mettere in relazione diversi fatti e idee bisogna essere capaci di mantenere la concentrazione esclusivamente su un'unica cosa e resistere alle ripetizioni di vecchi schemi di pensiero. Il controllo inibitorio può aiutare la

WM mantenendo lo spazio di lavoro mentale “ordinato”, sopprimendo pensieri intrusivi ed eliminando le informazioni non più rilevanti da tale capacità limitata di spazio di lavoro. Per poter cambiare prospettiva, dobbiamo inibire (o disattivare) la nostra prospettiva precedente e “caricare” (o attivare) nella WM una prospettiva diversa. È in questo senso che la flessibilità cognitiva richiede e si basa sul controllo inibitorio e sulla WM.

Da questi tre sistemi nascono le Funzioni Esecutive di “ordine superiore”, dette anche intelligenza fluida (Diamond, 2013). L'intelligenza fluida è la capacità di ragionare, risolvere problemi e vedere schemi o relazioni tra elementi. Comprende sia il ragionamento logico induttivo che quello deduttivo ed implica la capacità di capire le relazioni astratte sottostanti le analogie. Non sorprende quindi che le misure dell'intelligenza fluida siano altamente correlate con le misure indipendenti delle FE.

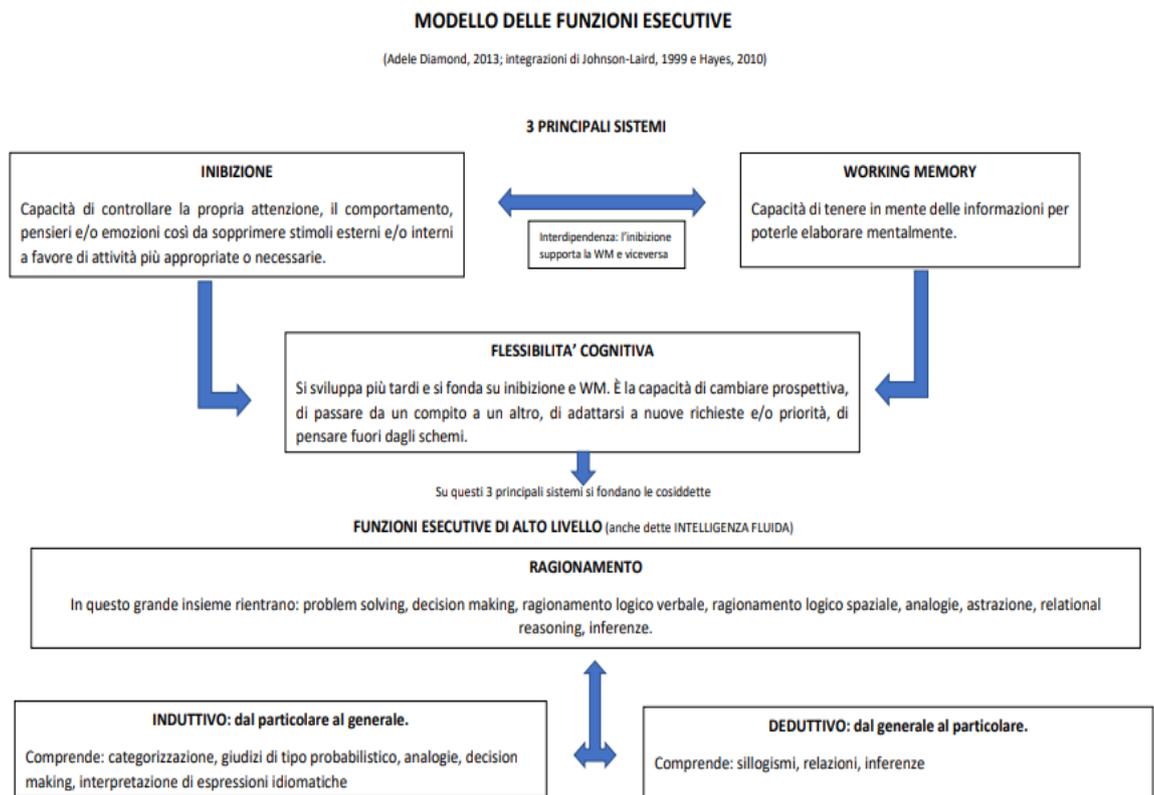


Figura 1

Modello delle Funzioni Esecutive sviluppato da Adele Diamond (2013), con l'integrazione di Johnson-Laird (1999) e Hayes (2010).

1.1.3 Strumenti neuropsicologici per la valutazione delle FE

In questa sezione sono descritti i principali strumenti neuropsicologici che sono utilizzati per valutare le FE. Tra questi i compiti di *card sorting* e i test di *trail making* (Reynolds & Horton, 2014). Il test di *card sorting* più noto è il *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST, Berg, 1948; Johnco et al., 2014; Tchanturia et al., 2012), test di *set-shifting* che ha lo scopo di valutare il pensiero astratto e la capacità di mostrare flessibilità di fronte al cambiamento. Il *Controlled Oral Word Association Test* (COWAT, Benton & Hamsher, 1989) invece, è un test di fluenza verbale che misura la produzione spontanea di parole appartenenti alla stessa categoria o che iniziano con una determinata lettera. Il *trail making test* versione B (TMT-B, Reitan, 1958) valuta la capacità di esplorazione visiva e spaziale, lo *switching*, l'attenzione divisa, la velocità psicomotoria durante lo svolgimento di un compito visuo-motorio (Reynolds & Horton, 2014; Cristofori et al., 2019). In letteratura vengono generalmente riportati anche compiti di inibizione verbale e interferenza come lo *Stroop Color Word Interference Test* (Stroop, 1935), compiti di *problem solving* come la Torre di Londra (Shallice, 1982) e la Torre di Hanoi (Humes et al., 1997), test delle stime cognitive come il *Cognitive Estimation Test* (CET, Shallice & Evans, 1978) nel quale alla persona viene proposta una serie di domande la cui risposta richiede di fare una stima di quantità in assenza di una precisa conoscenza, paradigmi del tipo Go/No-Go (test che valuta la tendenza a produrre reazioni in presenza di uno stimolo) e test come lo *Iowa Gambling Task* (IGT, Bechara et al., 2000) volto a valutare l'incapacità nel ritardare una gratificazione, tipica di persone con lesioni prefrontali a livello orbitale e/o mediale. Nonostante la complessità di funzionamento delle Funzioni Esecutive, sono state proposte batterie di screening utili per una prima valutazione di queste. La *Frontal Assessment Battery* (FAB, Dubois et al., 2000) ad esempio è una batteria breve costituita da 6 sub-test che indagano: classificazione, flessibilità cognitiva, programmazione motoria, sensibilità all'interferenza e controllo inibitorio. La FAB (Appollonio et al., 2005) è stata inoltre tradotta, adattata e validata anche nel panorama italiano, essendo una breve batteria cognitiva e comportamentale per lo screening al letto di una persona con una disfunzione esecutiva globale; strumento ampiamente utilizzato grazie alla sua facilità di somministrazione e alla sua sensibilità. Ulteriori strumenti utilizzati

nell'ambito italiano sono: il *Test di Associazione Frase-Figura* (Papagno et al., 2007), la batteria *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome* (BADS, Antonucci et al., 2014), la versione italiana del CET (Della Sala et al., 2003) e il *Test di fluenza fonemica, semantica e alternata* (Costa et al., 2014).

1.2 Il ragionamento logico-astratto

“Il ragionamento è un processo di pensiero che produce una conclusione da percetti, pensieri o affermazioni” (Johnson-Laird, 1999). In questo modo viene definito il ragionamento secondo lo psicologo britannico Philip Johnson-Laird che nel 1981 sviluppa la “teoria dei modelli mentali”.

Nel 1943, lo psicologo scozzese Kenneth Craik fu il primo a parlare di modelli mentali, definendo la mente come una costruttrice di “modelli su piccola scala” della realtà, che adotta per prevedere eventi, effettuare ragionamenti e fornire spiegazioni (Johnson-Laird et al., 1999).

La teoria dei modelli mentali nasce in opposizione all’idea dello psicologo Jean Piaget dell’esistenza di una logica mentale innata che consentirebbe alle persone di ragionare in modo razionale ed indipendente dal contenuto del problema. Negli studi sul ragionamento, che si contrappongono a tale visione, emerge la tendenza delle persone a ragionare diversamente; in modo dipendente dai contenuti del problema (Bucciarelli, 2004). Secondo Johnson-Laird, costruiamo e ci accontentiamo inconsapevolmente di modelli semplificati della realtà, che considerano diverse possibilità, reali, ipotizzabili o immaginarie, i quali ci fanno propendere verso una determinata conclusione. La teoria dei modelli mentali, infatti, postula che il modo in cui ragioniamo non è basato su derivazioni sintattiche da forme logiche ma su manipolazioni di modelli mentali (Johnson-Laird, 1999; Johnson-Laird, 2010). Tale teoria prevede errori sistematici nel nostro ragionamento, in quanto i modelli mentali derivanti da possibilità coerenti con un punto di partenza non sono sufficienti ad evitare errori logici (Johnson-Laird, 1999).

La psicologia del ragionamento individua due tipi fondamentali di inferenze:

- le inferenze deduttive secondo le quali la quantità di informazione semantica all’interno delle premesse non aumenta (Johnson-Laird & Byrne, 1991): in altre parole, si giunge ad una conclusione che è implicita e già prevista nelle premesse, la verità della conclusione segue necessariamente dalla verità delle premesse;

- le inferenze induttive, che a differenza delle prime, nella conclusione espandono la quantità di informazione semantica presente nelle premesse (Caruso, 2020).

Per esempio: se affermiamo che “tutti i dobermann odiano i gatti”, potremmo essere tentati ad attuare una generalizzazione induttiva “tutti i cani odiano i gatti”, andando “dal particolare al generale”. Nel momento in cui ci rendiamo conto che la generalizzazione non rispecchia la realtà (ci sono anche cani che non odiano i gatti), non siamo tenuti a rifiutare la premessa iniziale “tutti i dobermann odiano i gatti”. Se invece, partendo dalla stessa premessa “i dobermann odiano i gatti”, concludiamo “il dobermann a guardia della casa di Maria odierà il mio gatto” e scopriamo che ciò non è vero, saremo tenuti a rifiutare la premessa iniziale, attuando una conclusione di tipo deduttivo (Cherubini, 2005).

L'astrazione o la capacità di ragionare in modo astratto è un aspetto importante del funzionamento esecutivo. Questa è intesa come la capacità di spostare la disposizione mentale da un concetto specifico (risultante concreto) ad uno generale (risultante astratto) ed è considerata una delle capacità cognitive più avanzate che privilegia l'essere umano (Goldstein, 1998; Malloy et al., 2006). Questo piccolo preambolo serve ad introdurre il costrutto conosciuto come Verbal Abstract Reasoning (VAR), ovvero il ragionamento verbale astratto che corrisponde alla componente linguistica del ragionamento astratto (Davies & Piovesana, 2015).

1.2.2 Come valutare il ragionamento logico-astratto

Fondamentale è tenere in considerazione che la capacità di manipolare mentalmente concetti e idee astratte si sviluppa tra i 12 ed i 15 anni. Pertanto, i test di VAR nei bambini e negli adolescenti fino all'età di 15 anni misurano effettivamente il grado di sviluppo di questo costrutto, piuttosto che il processo mentale stesso (Davies & Piovesana, 2015). Davies e Piovesana (2015) hanno pubblicato una rassegna nella quale presentano un ventaglio degli strumenti esistenti in lingua inglese per la valutazione del VAR, tenendo in considerazione le caratteristiche psicometriche e l'utilità clinica di ciascuno.

In letteratura si osserva che i test più utilizzati sembrano essere basati su analogie e proverbi; test che richiedono all'individuo di identificare la parola che completa l'analogia identificando la regola di relazione tra due parole di stimolo e test che richiedono l'interpretazione del significato di fondo di un proverbio. Gli autori hanno ristretto la propria analisi a sette strumenti: le Somiglianze dalla WAIS-IV (Wechsler, 2008), il *Verbal Concept Attainment Test* (Rosen, 1962), il *Conceptual Level Analogy Test* (Willner, 1971), la sezione Analogie Verbali della Stanford-Binet quinta edizione (Roid, 2003), il *Gorham's Proverbs Test* (Gorham, 1956), il subtest Proverbi del D-KEFS e il test di astrazione dallo Shipley-2 (Shipley et al., 2009). Prendendo in considerazione l'utilità clinica e le caratteristiche di affidabilità e validità del campione di riferimento gli autori propongono tre test come miglior strumento di valutazione del VAR, nel seguente ordine: Somiglianze della WAIS-IV, seguito dallo Shipley-2 e dal *Gorham's Proverbs Test*. Davies e Piovesana come anche Malloy et al. (2006), sottolineano l'importanza di tenere sempre in considerazione il livello di scolarità, nella valutazione del ragionamento astratto. Infatti, si ritiene che gli anni di istruzione determinino la capacità di ragionamento astratto tanto quanto il livello innato di intelligenza (Davies & Piovesana, 2015). Ulteriori strumenti per la valutazione del ragionamento logico-astratto sono la *Batteria sul Linguaggio dell'Emisfero Destro SantaLucia* (BLED, Rinaldi et al., 2008), il *Verbal Reasoning Test* (VRT, Basagni et al., 2017), le varie versioni della *Stanford-Binet* (Terman & Merrill, 1937), la *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC-IV, Kaufman et al., 2006) e la *Wechsler Adult Intelligence Scale*

(WAIS-IV, Benson et al., 2010) ed il *Delis-Kaplan Executive Function System* (D-KEFS, Delis et al., 2001).

Anche nel panorama italiano esistono alcuni strumenti volti a valutare il VAR, tra questi: il *Test dei Giudizi Verbal*i (Spinnler & Tognoni, 1987) e le *Metafore e Idiomi* (Papagno et al., 1995). Entrambi gli strumenti però possiedono delle limitazioni, le principali fanno riferimento ai rispettivi campioni in quanto risalenti a più di venticinque anni fa e pertanto datati e agli item stessi che perdono di validità in quanto il linguaggio anche a livello figurato è sottoposto a una continua evoluzione che esige un costante aggiornamento degli strumenti che lo valutano. Inoltre, sono entrambi molto lunghi. In quest'ottica nasce l'intenzione di creare uno nuovo strumento per la valutazione del ragionamento verbale astratto che risulti rapido, flessibile e versatile.

1.3 ART: un nuovo strumento per la valutazione del ragionamento logico-astratto

Vista l'insufficienza, nel panorama italiano, di strumenti aggiornati, rapidi e rappresentativi che valutino l'abilità di ragionamento logico-astratto il presente lavoro introduce l'*Abstract Reasoning Test* (ART, cfr. Appendice 1), un nuovo strumento volto a valutare le abilità di ragionamento logico-astratto che vuole essere il più possibile versatile ed applicabile in patologie caratterizzate da difficoltà di astrazione, tra queste anche la Sclerosi Multipla (SM). ART ha una durata di circa dieci minuti e ha la possibilità di essere somministrato sia in *setting* in presenza che in *setting* a distanza, in auto-somministrazione.

Esso è composto da 12 item suddivisi in 6 sezioni:

- 1) prova dell'elemento intruso; in questa prova il partecipante ascolterà degli elenchi di parole e per ciascuno dovrà indicare oralmente quale elemento non rientra nella categoria degli altri per poi spiegarne il motivo. Ad esempio, nell'elenco: "Limone-Pompelmo-Melone-Arancia", l'elemento intruso da indicare sarà il "Melone" in quanto non è un agrume; questa prova valuta oltre le capacità di ragionamento induttivo anche la capacità di generalizzare, le abilità linguistiche, l'accesso al lessico e la memoria a breve termine;
- 2) prova delle situazioni problematiche; in questa prova il partecipante ascolterà delle brevi storie e con tutte le informazioni acquisite dovrà rispondere alle domande che gli verranno poste. Queste storie sono state costruite in modo che il partecipante debba prima comprendere l'intera vicenda, inibire la prima risposta che gli sovviene e rispondere successivamente alle domande poste. Ad esempio, nella storia: "una coppia ha finito di fare la spesa al supermercato. Al momento di pagare deve lasciare alcuni prodotti alla cassa. Come mai?" Viste tutte le informazioni disponibili la risposta corretta è: "la coppia non aveva abbastanza soldi per pagare tutta la spesa"; questa prova valuta oltre l'abilità di ragionamento deduttivo anche la comprensione verbale, la memoria a breve termine e le abilità attentive;

- 3) prova delle somiglianze e differenze; in questa prova il partecipante ascolterà delle coppie di parole e per ciascuna coppia dovrà indicare oralmente quale sia la caratteristica che le accomuna e quale invece le differenzia. Ad esempio, nella coppia: “teatro-cinema”, la somiglianza è che sono entrambi luoghi dove si può assistere a spettacoli mentre la differenza è che nel teatro lo spettacolo è costituito da attori che si esibiscono dal vivo, nel cinema invece, gli attori non si trovano sul palco; questa prova valuta oltre le abilità di ragionamento induttivo anche la comprensione verbale, le abilità linguistiche e l’accesso al lessico;
- 4) prova delle assurdità; anche in questa prova il partecipante ascolterà delle brevi storie, il suo compito però sarà quello di individuare l’assurdità presente in queste ultime. Ad esempio, nella storia: “la nonna piantò dei semi di ciliegio in giardino e qualche giorno dopo ne raccolse i frutti per farne una marmellata”. L’assurdità collima con il fatto che in pochi giorni i frutti non saranno potuti certamente crescere per essere colti e farne una marmellata; questa prova valuta oltre le abilità di ragionamento deduttivo anche la comprensione verbale, la memoria a breve termine, le abilità attentive e la capacità di inibizione;
- 5) prova delle espressioni idiomatiche; in questa prova il partecipante ascolterà dei modi di dire e avrà il compito di spiegarne il significato. Questa prova è stata creata con dei modi di dire non comuni, che però, tramite l’abilità di astrazione è possibile comprendere e spiegarne il significato. Ad esempio, nel modo di dire: “ingoiare il rospo” il partecipante dovrà andare oltre il significato astratto della frase e concretizzarlo rispondendo “accettare qualcosa di spiacevole”; questa prova valuta oltre le abilità di ragionamento deduttivo anche la comprensione verbale, l’abilità di fare inferenze ed il linguaggio figurato;
- 6) prova delle relazioni; in questa prova al partecipante verranno mostrate delle parole e dopo aver compreso la regola che le mette in relazione, dovrà indicare la parola mancante spiegandone la motivazione. Ad esempio, nella relazione: “MORA sta a RAMO come NOME sta a ..?.. ”, la parola che manca è “MENO” in quanto la loro relazione corrisponde allo scambio di

sillabe: “MORA → RAMO = NOME → MENO”; questa prova valuta oltre le abilità di ragionamento deduttivo anche le strategie adottate per la ricerca di una regola che metta in relazione le parole presentate.

Le prove che compongono ART sono state scelte in seguito ad un’analisi della letteratura. In particolare, sono stati presi in considerazione il modello delle Funzioni Esecutive di Diamond (2013) ed alcuni articoli sul ragionamento induttivo tra cui Hayes et al. (2010) e deduttivo tra cui Johnson-Laird (1999). Successivamente è stato attuato un confronto tra i test esistenti in letteratura che potessero valutare il primo o il secondo tipo di ragionamento. Ad esempio, è stata valutata la *Batteria sul Linguaggio dell’Emisfero Destro SantaLucia* (BLED, Rinaldi et al., 2008), il *Verbal Reasoning Test* (VRT, Basagni et al., 2017), il *Test dei Giudizi Verbali* (Spinnler & Tognoni, 1987), le varie versioni della *Stanford-Binet* (Terman & Merrill, 1937), alcune parti della *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC-IV, Kaufman et al., 2006) e della *Wechsler Adult Intelligence Scale* (WAIS-IV, Benson et al., 2010) ed il *Delis-Kaplan Executive Function System* (D-KEFS, Delis et al., 2001). Tutti questi test e batterie si compongono di moltissimi compiti, non sempre sovrapponibili da una batteria ad un'altra. In generale la parte della cognizione relativa al ragionamento logico-astratto e alle Funzioni Esecutive è infatti caratterizzata da un basso *consensus* degli studiosi sia sulla definizione dei costrutti, sia sui test più adatti alla loro indagine metodica.

Di conseguenza in una seconda fase sono state raccolte e sintetizzate le informazioni di interesse e sono state ridotte a tre test per la valutazione del ragionamento induttivo (prova dell’elemento intruso, delle somiglianze e differenze, delle espressioni idiomatiche) in quanto racchiudono compiti che implicano un ragionamento che vada “dal particolare al generale” e tre test per la valutazione del ragionamento deduttivo (prova delle situazioni problematiche, delle assurdità, delle relazioni) in quanto implicano un ragionamento che vada “dal generale al particolare”. Questa selezione è stata operata al fine di ridurre il più possibile la durata dello strumento, rendendolo adatto allo *screening* veloce da inserire in una valutazione più ampia che racchiuda anche altri aspetti della cognizione. I test che sono stati mantenuti sono quelli che, sono risultati essere più efficaci nella detezione di difficoltà di astrazione verbale, e che sono anche

supportati dal consenso della comunità scientifica che lavora in questo ambito. Ad esempio, la prova delle relazioni è stata aggiunta successivamente poiché molto presente nella maggior parte dei test sopra citati, soprattutto nei più diffusi. In un'ultima fase sono stati sottoposti degli item alternativi a un piccolo *pool* di volontari (N=30), per verificare alla prova dei fatti quanto questi item fossero efficaci. È stata quindi ultimata la forma attuale di ART, producendo nuovi item originali che fossero coerenti con le richieste di ciascun *subtest*.

Il punteggio di questo strumento viene attribuito con il seguente criterio: 1 punto per ogni risposta corretta e completa (il test prevede più parole o frasi ritenute accettabili/corrette, definite sulla base dei dati normativi raccolti) e 0 punti assegnati per ogni risposta parziale o non pertinente. Per ogni sezione si ha un punteggio massimo di 2 punti con un punteggio totale pari a 12.

Capitolo 2

Riserva cognitiva e ragionamento logico-astratto

2.1 Cos'è la riserva cognitiva?

Il concetto di riserva è stato introdotto per spiegare la discrepanza tra la gravità della patologia o del danno cerebrale e le sue manifestazioni cliniche (Stern, 2009). Katzman et al. (1989), ad esempio, descrissero dieci casi di anziani cognitivamente sani, ai quali tramite autopsia cerebrale *post-mortem* venne diagnosticata la patologia del morbo di Alzheimer (DA), nonostante in vita non avessero mostrato alcun segno clinico di demenza. Gli autori ipotizzarono che questi ultimi non avessero espresso le caratteristiche cliniche della demenza di Alzheimer poiché i loro cervelli erano più grandi della media. In questa prospettiva nasce dunque il concetto di riserva, che può essere approssimativamente classificata in modelli passivi nei quali rientra il costrutto di riserva cerebrale (*Brain Reserve*, BR) e in modelli attivi nei quali rientra il costrutto di riserva cognitiva (*Cognitive Reserve*, CR; Stern, 2002). Questa brevissima premessa serve a introdurre il costrutto di riserva cognitiva intesa come la capacità di un individuo con danno cerebrale di compensare l'avanzare della patologia cerebrale con lo scopo di minimizzare e ridurre la sintomatologia (Scarmeas et al., 2003).

2.1.2 Modelli passivi e modelli attivi della riserva

Modelli passivi

Secondo Katzman (1993), la riserva cerebrale è un esempio di modello passivo, dove quest'ultima è determinata dalla densità neuronale o dalle dimensioni del cervello di una persona. Una lesione in un cervello di grandi dimensioni può essere tollerata più a lungo prima che si manifesti un deficit comportamentale, probabilmente perché esiste ancora abbastanza substrato neuronale per consentire un adeguato funzionamento cerebrale. Il modello della soglia di Satz (1993), che si basa sul concetto di "capacità di riserva cerebrale" (*brain reserve capacity*, BRC), sostiene il ruolo cruciale che quest'ultima svolge. Il modello riconosce la presenza di differenze individuali nella capacità di riserva cerebrale e presuppone che, una volta esaurita questa capacità oltre una soglia fissa, emergano specifici deficit clinici o funzionali. Di conseguenza, le differenze individuali nella capacità di riserva cerebrale determinano variazioni nella manifestazione clinica di una lesione cerebrale (vedi Figura 2).

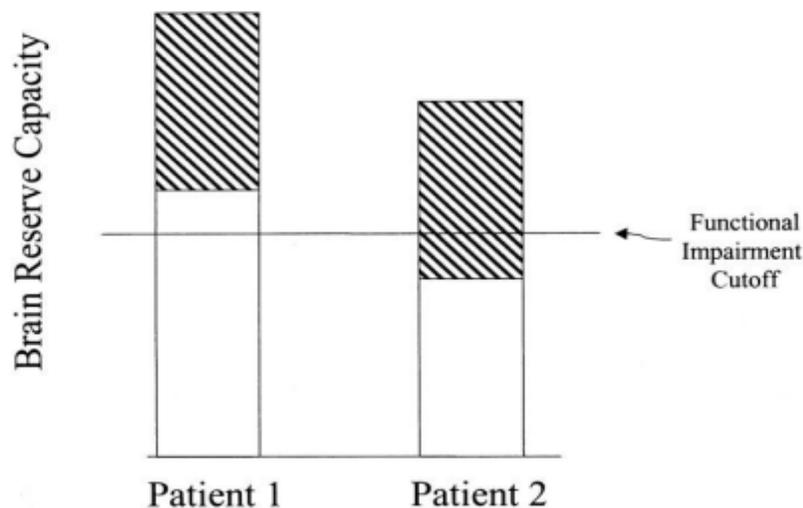


Figura 2

Modello della soglia di Satz (1993), da Stern (2002). In due persone con una diversa capacità di riserva cerebrale, un danno o una lesione cerebrale possono avere esiti differenti. Nel primo caso (*Patient 1*), una maggior BRC potrebbe far sì che lo stato funzionale non subisca alterazioni in quanto nessuna soglia di danno funzionale (*functional impairment cutoff*) è stata superata; nel secondo caso (*Patient 2*), una minor BRC fa sì che

la soglia limite venga superata, caso che comporta l'emergere dei segni tipici della patologia. Pertanto, una maggior BRC può essere considerata un fattore protettivo, mentre una minor BRC conferirebbe vulnerabilità.

Il modello della soglia di Satz (1993) viene indicato come un modello passivo di riserva per una serie di ragioni. In primo luogo, perché presuppone che tutti sperimenteranno un danno funzionale al di sotto di un limite o una soglia definita. In secondo luogo, perché i modelli passivi sono fundamentalmente modelli quantitativi. Si presume infatti che un certo tipo di danno cerebrale avrà lo stesso risultato in ogni individuo e che più casi di danno cerebrale si sommino tra loro. Gli individui differiscono solo per la loro quantità di riserva cerebrale e il danno cerebrale può essere abbastanza grave o non abbastanza da ridurre la capacità di riserva cerebrale del cervello a un livello patologico.

Modelli attivi

Contrariamente ai modelli passivi di riserva, i modelli attivi suggeriscono che il cervello tenti attivamente di far fronte al danno cerebrale utilizzando processi cognitivi preesistenti o reclutando processi compensativi (Stern, 2002).

Sebbene due persone possano avere la stessa capacità di riserva cerebrale, il possedere una quantità superiore di riserva cognitiva può aiutare a tollerare una lesione più estesa prima che il danno clinico sia manifesto a livello comportamentale. Infatti, il costrutto di riserva cognitiva postula che le differenze individuali nei processi cognitivi o nelle reti neurali alla base dell'efficienza cognitiva consentano di affrontare meglio i danni cerebrali. Pertanto, un modello attivo non presuppone l'esistenza di un limite o una soglia fissa in cui si verificherà un deterioramento funzionale. Piuttosto si concentra sui processi che consentono agli individui di sostenere danni cerebrali e supportare il funzionamento cognitivo (Stern, 2009).

Riserva cerebrale e riserva cognitiva non si escludono a vicenda. Il modo in cui il cervello funziona in presenza di malattie e cambiamenti strutturali legati all'età dipende sia dalla densità della rete dinamica che dalle caratteristiche strutturali (Stern et al., 2019). Negli ultimi anni si è sottolineata sempre più la sottile

demarcazione tra riserva cerebrale e riserva cognitiva. Quest'ultima implica una variabilità anatomica a livello delle reti cerebrali, mentre la riserva cerebrale implica differenze nella quantità di substrato neurale disponibile. Esistono inoltre, fattori che vengono associati all'aumento della riserva cognitiva e che hanno un effetto diretto sul cervello, come le esperienze cognitivamente stimolanti, il livello di istruzione individuale ed il livello di complessità professionale. La letteratura sullo sviluppo del bambino suggerisce che non solo gli individui con un QI più elevato hanno un volume cerebrale maggiore ma che anche aspetti cognitivamente stimolanti dell'esperienza di vita possono essere associati ad un aumento del volume cerebrale (Stern, 2009).

Stern (2009), riporta gli studi di Brown et al. (2003) e di van Praag et al. (2005) nei quali viene evidenziato che gli ambienti stimolanti e l'esercizio fisico promuovono la neurogenesi nel giro dentato dell'ippocampo. Inoltre, sia l'esercizio che la stimolazione cognitiva regolano i fattori che aumentano la plasticità neuronale e la resistenza alla morte cellulare, come il fattore neurotrofico cerebrale (BDNF). Infine, ci sono prove che suggeriscono che l'arricchimento ambientale potrebbe agire direttamente per prevenire o rallentare la demenza di Alzheimer (Lazarov et al., 2005).

Il concetto di riserva dovrebbe essere rilevante per qualsiasi situazione in cui il cervello subisce una lesione. Inoltre, lo stesso concetto dovrebbe essere esteso per comprendere le differenti prestazioni nelle persone sane, in particolare quando devono esibirsi alla loro massima capacità. Tuttavia, molti degli studi trattati in letteratura sono inquadrati nell'ambito della demenza di Alzheimer (Stern, 2002).

2.2 Riserva cognitiva e relazione con il funzionamento cognitivo

Con lo scopo di delineare la relazione tra la riserva cognitiva ed il funzionamento cognitivo è doveroso delineare le misure e gli indici delle due riserve. Misure anatomiche come il volume cerebrale, la circonferenza cranica, la densità sinaptica o le ramificazioni dendritiche sono misure utilizzate per la riserva cerebrale. Mentre, variabili descrittive come le esperienze accumulate nel corso della vita sono comunemente utilizzate come *proxy* per la riserva cognitiva; incluse sono le misure come lo stato socioeconomico, la complessità occupazionale, il livello di istruzione e le attività ricreative, tutte caratteristiche che contribuiscono alla riserva e sono associate a un rischio ridotto di sviluppare demenza e a un tasso più lento di declino della memoria durante l'invecchiamento tipico. Infine, alcune caratteristiche misurate, in particolare il QI, sono state utilizzate come indicatori di riserva (Stern, 2009).

Stern (2009) si è concentrato sulla relazione tra riserva cognitiva e due tipi di cambiamenti cerebrali, l'invecchiamento e la demenza, sottolineando però che il concetto di RC è applicabile a quasi tutte le situazioni in cui il funzionamento cerebrale è alterato. È stato ad esempio riportato che i *proxy* della RC più elevati mediano anche l'incidenza della demenza nell'HIV, come anche i cambiamenti cognitivi associati alla schizofrenia, al disturbo bipolare, alla depressione e al trauma cranico (Stern, 2009).

Hall et al. (2007), invece, hanno esaminato i dati dei test di memoria raccolti a intervalli regolari da anziani sani che sono stati seguiti in modo longitudinale fino a quando non hanno sviluppato la demenza. Hanno inoltre modellato i dati per determinare il punto di flesso in cui la memoria inizia a peggiorare rapidamente e hanno scoperto che questo cambiamento si verifica più tardi negli individui con livelli di istruzione maggiore e che il tasso di declino della memoria dopo il punto di flesso è più rapido in questi ultimi. Questo studio è in linea con quello svolto da Stern (2009) ed è una prova diretta che conferma la validità del modello teorico proposto dall'autore.

Stern et al. (1994), riportano da uno studio di *follow-up* su 593 persone senza demenza di età pari o superiore a 60 anni, dati su casi di demenza. Dopo 1-4 anni

di *follow-up*, 106 persone hanno sviluppato la demenza; tutti tranne 5 di questi che hanno soddisfatto i criteri per la DA. Viene evidenziato che il rischio di demenza è aumentato negli individui con un basso livello di istruzione, dove il rischio relativo (RR) di sviluppare demenza nel periodo di *follow-up* era 2,2 volte più alto nelle persone con meno di 8 anni di istruzione rispetto a quelle con più anni di istruzione (IC95% = 1,33–3,06). Allo stesso modo, il rischio di demenza era aumentato nelle persone con un basso livello di complessità professionale (RR, 2,25; IC95% = 1,32–3,84). Il rischio era maggiore per gli individui sia con un basso livello di istruzione che con un basso livello di complessità professionale (RR, 2,87; IC95% = 1,32–3,84). Inoltre, esistono studi a favore del costrutto della riserva cognitiva concernenti il declino cognitivo fisiologico correlato all'età. Manly et al., (2003) evidenziarono in un gruppo etnicamente diversificato di anziani senza demenza, che una maggiore alfabetizzazione era associata a un declino più lento della memoria, delle Funzioni Esecutive e delle abilità linguistiche. Diversi altri studi sull'invecchiamento tipico come quelli di Albert et al. (1995); Butler et al. (1996); Chodosh et al. (2002), hanno riportato un declino cognitivo e funzionale più lento nelle persone con un livello di istruzione più elevato. Questi studi, dunque, suggeriscono che gli stessi fattori legati un livello maggiore d'istruzione che ritardano l'insorgenza della demenza consentono anche alle persone di far fronte in modo più efficace ai cambiamenti cerebrali riscontrati durante l'invecchiamento tipico (Stern, 2009).

Il costrutto di riserva cognitiva, seppur inizialmente applicato principalmente alla demenza di Alzheimer e all'invecchiamento tipico, è stato successivamente studiato anche in relazione ad altre patologie neurologiche e neurodegenerative.

Tra queste ad esempio la sclerosi multipla (SM) come negli studi di Sumowski & Leavitt (2013) e Artemiadis et al. (2020). I risultati di questi studi supportano gli interventi mirati sulla riserva cognitiva per evitare il deterioramento cognitivo comune negli individui con SM.

Studi come quelli di Hindle et al. (2014) e Loftus et al. (2021) hanno invece esaminato questo costrutto in relazione al morbo di Parkinson (Parkinson's disease, PD). Loftus et al. (2021) hanno utilizzato come *proxy* di riserva cognitiva gli anni di istruzione e il QI premorbo per esaminare, in un campione di 334 persone con

PD, la relazione tra riserva cognitiva e due differenti domini cognitivi: memoria e Funzioni Esecutive. Sono stati esaminati due aspetti delle FE, tra cui la fluenza verbale e le capacità di pianificazione e due aspetti della memoria verbale, tra cui il richiamo immediato e il richiamo differito. Per le FE, entrambi i *proxy* della RC predicevano significativamente la fluenza verbale, ma solo gli anni di istruzione prevedevano la capacità di pianificazione. Gli anni di istruzione predicevano significativamente anche il ricordo immediato, caratteristica non riscontrata per il QI premorbo. Questi risultati suggeriscono che la RC, in particolare gli anni di istruzione, può supportare il costrutto delle FE e il funzionamento mnestico nelle persone con PD. I risultati indicano inoltre che l'utilizzo di un solo *proxy* ha il potenziale per essere fuorviante e suggeriscono che quando si verifica la relazione tra RC e cognizione, gli studi dovrebbero includere compiti che misurano diversi aspetti dei domini cognitivi di interesse.

Sono state inoltre individuate prove concernenti l'effetto della riserva cognitiva in relazione al trauma cranico (Kesler et al., 2003; García-Molina et al., 2013) e alla gravità di quest'ultimo. Jeon et al. (2008) e allo stesso modo Fay et al. (2010), hanno evidenziato che alti livelli di riserva cognitiva sono risultati essere un fattore protettivo per gli adulti con trauma cranico e per i bambini con trauma cranico lieve complicato ma che allo stesso tempo quest'effetto si indebolisce con l'aumentare della gravità del trauma. Infatti, ridotti livelli di riserva cognitiva sono un fattore di rischio per un esito peggiore nei bambini con trauma cranico lieve complicato, ma non per quelli con trauma cranico lieve. I risultati di questi studi indicano che le persone possono raggiungere un livello di danno neuronale e assonale al quale la riserva cognitiva pre-lesione non è più benefica per il loro recupero. Da questi presupposti, lo studio di Steward et al. (2018), mira ad esaminare se la riserva cognitiva attenua l'impatto iniziale del trauma cranico sulle prestazioni cognitive (riserva neurale) e si traduce in tassi di recupero cognitivo più rapidi nel primo anno dopo l'infortunio e inoltre se l'effetto di livelli elevati di riserva cognitiva differisce in base alla gravità del trauma cranico. I risultati supportano solo la teoria della riserva neurale della riserva cognitiva all'interno di una popolazione con trauma cranico e indicano che il costrutto della riserva cognitiva è neuroprotettivo indipendentemente dal grado di trauma cranico e che livelli elevati di quest'ultima

non consentono un adattamento e un recupero più rapidi dalla lesione. Gli autori inoltre non hanno riscontrato che la riserva cognitiva influisce sul tasso di recupero cognitivo a seguito di trauma cranico, risultati che suggeriscono che il modello di compensazione, che a sua volta afferma che la riserva cognitiva consente un ripristino più rapido della funzione attraverso la riorganizzazione delle reti cerebrali, non può essere esteso a una popolazione di persone in fase di recupero a seguito di una lesione cerebrale traumatica.

Lo studio di Umarova et al. (2019), mira a determinare se esistono effetti comparabili anche nella fase acuta dell'ictus. Gli autori indagano se la riserva cognitiva influenzi le prestazioni cognitive e la disabilità dopo l'ictus, utilizzando come *proxy* gli anni di istruzione e l'età e la dimensione della lesione come misura della gravità del danno da ictus. In questo studio viene evidenziato che i *proxy* della riserva cognitiva dovrebbero essere presi in considerazione nel caso di individui affetti da ictus già nella fase acuta e che il costrutto della riserva cognitiva contribuisce alla variabilità interindividuale della gravità iniziale dei deficit cognitivi e alle disfunzionalità della patologia. In uno studio successivo Umarova et al. (2021), forniscono la prima prova diretta che i costrutti di riserva cerebrale e di riserva cognitiva sono applicabili in patologie acute come l'ictus e che i loro *proxy* interagiscono reciprocamente moderando l'effetto dannoso del danno cerebrale indotto dall'ictus sia sull'esito cognitivo che su quello clinico. L'analisi esplorativa ha rivelato che sia l'età che gli anni di istruzione sono correlati con l'esito dell'ictus cronico e che congiuntamente moderano la dimensione dell'effetto della lesione sull'esito cognitivo post-ictus (Umarova et al., 2021).

2.3 L'influenza della riserva cognitiva sul ragionamento logico-astratto

Nonostante i numerosi studi che esaminano la relazione tra riserva cognitiva e Funzioni Esecutive, pochissimi studi hanno indagato nel dettaglio questa relazione focalizzandosi sul ragionamento logico-astratto.

Ad esempio, Mulas et al. (2021) esaminano il costrutto della riserva cognitiva in relazione alle abilità di addizione e moltiplicazione; compiti cognitivi complessi che richiedono l'utilizzo di diversi processi mentali, come le Funzioni Esecutive, l'intelligenza fluida e la memoria di lavoro. Lo studio di Zamarian et al. (2007) ha mostrato che il recupero di semplici fatti aritmetici (es. $2+2=4$) è preservato nell'invecchiamento tipico, mentre la capacità di discriminare numerosità o di eseguire calcoli complessi (es. sottrazioni a due cifre) è influenzata da fattori legati all'età. Ciononostante, alcuni proxy di riserva cognitiva (es. complessità occupazionale, livello di istruzione, attività ricreative stimolanti) sembrano essere utili per far fronte al deterioramento cognitivo e per mitigare i cambiamenti nelle abilità matematiche nella tarda età adulta (Mulas et al., 2021). Uno degli obiettivi dello studio di Mulas et al. (2021) è stato quello di esaminare il ruolo della riserva cognitiva come mediatore del rapporto tra capacità di ragionamento non verbale e capacità matematiche in un campione di 106 partecipanti sani. In questo studio, al campione è stata somministrata una batteria di test per valutare l'abilità di calcolo, le funzioni esecutive e la riserva cognitiva, quest'ultima è stata misurata tramite il livello di istruzione e di ampiezza del vocabolario dei partecipanti. Gli autori si aspettavano che l'ampiezza del vocabolario mediasse la relazione tra ragionamento non verbale e abilità di addizione e moltiplicazione. I risultati ottenuti hanno sottolineato il ruolo significativo svolto da diverse dimensioni della riserva cognitiva (vocabolario e livello di istruzione) sulle prestazioni matematiche degli individui più anziani. Dalle analisi è emerso che la riserva cognitiva e il ragionamento non verbale spiegano rispettivamente il 23% e il 29% della varianza nelle condizioni di calcolo di addizione e moltiplicazione scritte. Inoltre, si è visto che gli individui più istruiti avevano svolto compiti di calcolo migliori, rispetto alle persone con un livello di istruzione inferiore. Questi risultati hanno documentato il ruolo significativo svolto da diverse dimensioni della riserva cognitiva nell'impatto

sulle prestazioni matematiche degli individui più anziani e che il livello di istruzione è associato positivamente a una migliore prestazione in compiti di calcolo e in compiti che valutavano le Funzioni Esecutive, mentre l'invecchiamento fisiologico è associato negativamente a peggiori prestazioni in compiti cognitivi e di calcolo matematico.

Capitolo 3

La ricerca

3.1 Obiettivi dello studio

Vista l'insufficienza, nel panorama italiano, di strumenti aggiornati, rapidi e rappresentativi che valutino il ragionamento logico-astratto il presente studio ha come scopo la presentazione di un nuovo strumento (*Abstract Reasoning Test*, ART) per la valutazione del ragionamento logico-astratto, che abbia il pregio di essere aggiornato e rappresentativo dell'attuale popolazione e di richiedere tempi di somministrazione ridotti. Questo nuovo strumento è stato ideato attraverso l'esperienza clinica e la considerazione degli strumenti disponibili in italiano storicamente impiegati in neuropsicologia per esplorare questo costrutto. Visti i precedenti studi concernenti l'effetto di un maggior livello di riserva cognitiva sulle funzioni cognitive in diverse patologie ed i relativi *proxy*, tra cui gli anni di istruzione, l'obiettivo principale del presente studio è quello di verificare la relazione tra il ragionamento logico-astratto (misurato tramite ART) e la riserva cognitiva, in individui sani. Età e scolarità sono state utilizzate come fattori di controllo, in quanto fattori altamente rilevanti: l'età potrebbe avere un'influenza in direzioni differenti, la scolarità è parte dei *proxy* della riserva cognitiva.

3.2 Partecipanti

La raccolta dati è stata effettuata tra dicembre 2021 e aprile 2022. Hanno partecipato a questo studio 93 persone sane, 52 maschi e 41 femmine, di età compresa tra 26 e 89 anni. L'età media del campione è pari a 52.8 anni (DS = 11.7) mentre la scolarità media corrisponde a 13.7, con un minimo di 5 anni ed un massimo di 22 (DS = 4.28). Il 55.9% del campione è composto da maschi (N=52) ed il 44.1% del campione da femmine (N=41); il 94.7 % è destrimano (N=71), il 4.0% è mancino (N=3) e l'1.3% è ambidestro (N=1).

I criteri di esclusione adottati sono i seguenti: età inferiore ai 18 anni, diagnosi di patologie neurologiche, come la sclerosi multipla, la malattia di Alzheimer, la malattia di Parkinson, diagnosi di patologie psichiatriche come la schizofrenia, la psicosi, la depressione maggiore e/o altre condizioni cliniche diagnosticate che coinvolgono le funzioni cognitive ed impediscono la comprensione delle consegne come alcolismo o tossicodipendenza. Inoltre, sono state escluse le persone con non madrelingua italiana, in quanto alcune sezioni dell'*Abstract Reasoning Test* (cfr. Appendice 1) prevedono competenze particolari che penalizzerebbero persone non madrelingua, inficiandone la prestazione.

3.3 Materiali e metodi

La procedura sperimentale prevedeva la somministrazione di quattro strumenti: l'*Abstract Reasoning Test* (ART, Riccardi et al., in preparazione), somministrato anche nella sua versione auto-somministrata, volto a valutare l'abilità di ragionamento logico e astrazione verbale, la nuova versione breve del *Cognitive Reserve Index questionnaire, short CRIq* (s-CRIq, tratto da Nucci et al., 2012), somministrato anche nella sua versione auto-somministrata, volto a quantificare la riserva cognitiva del campione, il *Global Examination of Mental State* (GEMS, Mondini et al., 2022) e la sua versione auto-somministrata, l'*auto-Global Examination of Mental State* (auto-GEMS, Bonato et al., in preparazione), volti a valutare lo stato cognitivo generale di ciascun partecipante.

Abstract Reasoning Test (ART)

L'*Abstract Reasoning Test*, un nuovo strumento utilizzato per la valutazione delle abilità di ragionamento logico-astratto, della durata di circa dieci minuti che può essere somministrato sia in *setting* in presenza che in *setting* in auto-somministrazione, come nello studio svolto. È composto da 12 item suddivisi in 6 sezioni; tre di queste valutano il ragionamento induttivo e le restanti tre il ragionamento deduttivo (cfr. par. 1.3). Il punteggio viene attribuito con il seguente criterio: 1 punto per ogni risposta corretta e completa e 0 punti assegnati per ogni risposta parziale o non pertinente. Per ogni sezione si ha un punteggio massimo di 2 punti con un punteggio totale pari a 12.

Short Cognitive Reserve Index questionnaire (s-CRIq; tratto da Nucci et al., 2012)

Lo s-CRIq è un questionario semi-strutturato tratto da Nucci et al. (2012) volto a stimare la quantità di riserva cognitiva di un individuo. Lo s-CRIq è un questionario breve e semplice da compilare, della durata di circa cinque minuti e nel caso di demenza avanzata o nel caso in cui la prestazione della persona valutata possa essere ostacolata, può anche essere somministrato ai familiari di quest'ultima. Il questionario fornisce la stima di un punteggio globale (CRI-TOT) e di tre sottoindici: CRI-Scuola, CRI-Lavoro e CRI-Tempo Libero, ciascuno dei quali contribuisce in egual modo al punteggio totale e misura uno specifico *proxy* di riserva cognitiva: la scolarità, la complessità occupazionale e le attività cognitivamente stimolanti praticate nel tempo libero. Nel CRI-Scuola viene valutato il livello di istruzione raggiunto e i corsi extra scolastici o formativi svolti nel corso della vita adulta, della durata di almeno sei mesi e che si sono conclusi con un esame finale e/o svolti con un insegnante. Nel CRI-Lavoro vengono inseriti gli anni di lavoro retribuito svolti nella vita adulta, in uno specifico ambito professionale, fino ad un massimo di cinque lavori svolti. Mentre la sezione del CRI-Tempo Libero è composta da 6 item che sono risultati più rilevanti nel contribuire al punteggio globale della RC, con una frequenza su base settimanale, mensile o annuale, rispettivamente gli item sono: la lettura di giornali e settimanali, non sono inclusi i social network, il praticare attività nel tempo libero, il frequentare mostre, concerti o conferenze, il fare viaggi di più giorni, la lettura di libri (almeno tre) ed il numero di figli. Il punteggio totale finale dello s-CRIq viene mostrato in automatico con i rispettivi punteggi del CRI-Scuola, del CRI-Lavoro e del CRI-Tempo Libero, una volta terminata la somministrazione. La versione nuova del CRIq prevede anche la possibilità che esso possa essere compilato in autonomia dal partecipante, quindi in modalità auto-somministrata.

(link allo s-CRIq: <https://www.cognitivereserveindex.org/NewEdition/index.html>)

Global Examination of Mental State (GEMS, Mondini et al., 2022)

Il *Global Examination of Mental State* (GEMS, Mondini et al., 2022) è uno screening cognitivo volto a valutare il funzionamento cognitivo globale, utilizzato come misura dello stato cognitivo generale del campione, della durata di circa dieci

minuti. È costituito da due versioni parallele (GEMS-A e GEMS-B) e possiede anche una versione somministrabile telefonicamente (tele-GEMS, Montemurro et al., *under review*) ed in una versione auto-somministrata (auto-GEMS, Bonato et al., in preparazione).

Il GEMS è composto da 11 sub-test che valutano le seguenti capacità cognitive: orientamento spazio-temporale, memoria a breve termine e span di memoria, memoria di lavoro, abilità visuo-costruttive e di rappresentazione e costruzione mentale, abilità prassiche, abilità di pianificazione dello spazio, ragionamento, memoria a lungo termine, abilità linguistiche ed accesso al lessico, abilità attentive, abilità di accesso e recupero lessicale, comprensione verbale e abilità di fare inferenze. Ogni item ha lo stesso peso nel calcolo del punteggio finale (GEMS-TOT); i punteggi ai singoli item vengono ponderati e sommati tra loro, in tal modo il punteggio globale varierà tra 0 e 99, con l'aggiunta di +1 al punteggio ottenuto per raggiungere il 100.

L'auto-GEMS corrisponde alla versione auto-somministrata del GEMS, anche esso restituisce un punteggio globale come misura di funzionamento cognitivo generale. Ha una durata di circa dieci minuti ed un punteggio totale che varia tra 0-100. Il test è composto da 10 sub-test: orientamento, memoria immediata, memoria di lavoro, puzzle, rappresentazione spaziale, denominazione, memoria differita, comprensione, TMT-A e TMT-B e comprensione di metafora.

3.4 Procedura

Tramite contatti diretti ed il passa parola di questi sono stati reclutati i partecipanti dello studio. Il primo contatto con ogni singolo partecipante è avvenuto in modalità telefonica qualche giorno prima della somministrazione effettiva dei diversi test. Una volta ottenuto l'assenso per la partecipazione allo studio e verificati i criteri di inclusione tramite un'autodichiarazione che attestasse che ciascun partecipante non possedesse alcuna diagnosi di patologia neurologica né psichiatrica il campione è stato suddiviso in due sottogruppi: un gruppo al quale sono stati somministrati i test in presenza e un gruppo che ha svolto i test in modalità auto-somministrata.

Successivamente il gruppo al quale i test dovevano essere somministrati in presenza, è stato ricontattato per concordare un giorno e un'ora nei quali effettuare la somministrazione, cercando (quando possibile) di programmare la valutazione al di fuori di quelle finestre temporali in cui si assiste a un calo delle funzioni cognitive (Valdez et al., 2014). Inoltre, ogni partecipante è stato informato sullo scopo dello studio, sulla sua durata e su come sarebbero stati trattati i dati raccolti. Il 32.3% del campione (N=30) ha svolto i test in presenza mentre il 67.7% del campione (N=63) ha svolto i test in modalità auto-somministrata (Figura 3).

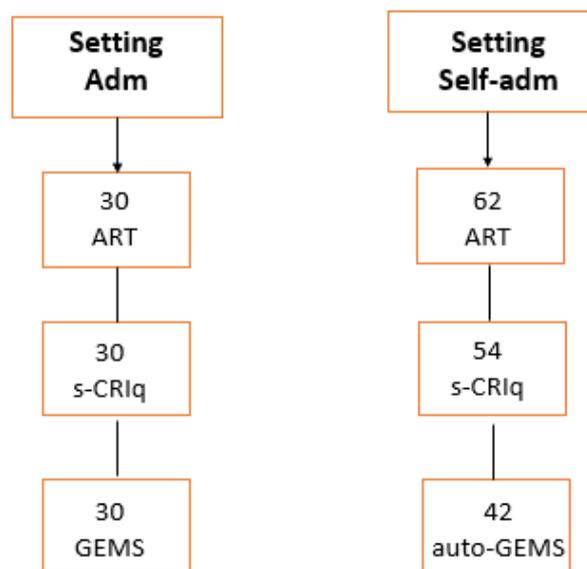


Figura 3

La figura descrive il disegno sperimentale usato nello studio. I blocchi sulla parte sinistra della figura rappresentano i test svolti nel *setting* in presenza, mentre i blocchi sul lato destro rappresentano i test svolti nel *setting* in auto-somministrazione. L'etichetta in ogni blocco si riferisce al test/questionario somministrato. Il numero sopra ogni test indica il numero di partecipanti a cui sono stati somministrati e auto-somministrati i vari test.

Lo scopo di questa suddivisione è stato quello di indagare la possibile influenza di fattori come il trovarsi in un luogo a sé familiare, l'assenza di uno sperimentatore, il sentirsi a proprio agio e scegliere il momento più consono per lo svolgimento dei test sulla prestazione finale. È stato dunque chiesto al gruppo di 63 partecipanti di fornire un indirizzo di posta elettronica, al quale sarebbero state inviate tutte le

informazioni utili per lo svolgimento dei test con i rispettivi link dai quali accedervi ed il consenso informato, approvato dal comitato etico, da dover visionare e firmare prima dello svolgimento di questi. È stato inoltre richiesto ai partecipanti di accertarsi di trovarsi in un ambiente silenzioso e privo di distrazioni per tutta la durata dei test, di allontanare calendari e/o orologi se presenti nel luogo relativo allo svolgimento, di non fare utilizzo di fogli o matite durante lo svolgimento dei test e di iniziare lo svolgimento di questi ultimi solo se certi di poterli terminare.

Per quanto riguarda il gruppo di 30 partecipanti che ha svolto i test in presenza, sono state date le stesse indicazioni riguardo il consenso informato e l'autodichiarazione nella quale dichiaravano di non possedere alcuna diagnosi patologica o altre condizioni cliniche diagnosticate che coinvolgessero le funzioni cognitive, impedissero la comprensione delle consegne ed interferissero con la prestazione; si è fissato dunque un appuntamento. Ad entrambi i gruppi è stata ribadita la possibilità ed il diritto di potersi ritirare dallo studio in qualunque momento, senza fornire spiegazioni, senza alcuna penalizzazione, ottenendo il non utilizzo dei dati raccolti e ribadita la normativa sulla protezione dei dati personali quindi garantito il segreto professionale legato allo sperimentatore.

3.5 Analisi dei dati e risultati

Le analisi statistiche sono state condotte attraverso l'utilizzo del software Jamovi (Versione 2.2; The jamovi project, 2021). Prima dell'inizio delle analisi, i punteggi grezzi ottenuti nei singoli test, di entrambi i gruppi, sono stati riportati in un file Excel nel quale sono stati assegnati i punteggi alle diverse prove e ordinati i dati per modalità di somministrazione dei test (in presenza o in auto-somministrazione). Successivamente sono state esaminate le caratteristiche demografiche del campione globale, età, istruzione e sesso con la loro rispettiva distribuzione (Figura 4, Figura 5) e condotte le analisi statistiche descrittive relative ai punteggi ottenuti (Tabella 1) con le loro rispettive distribuzioni (Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9).

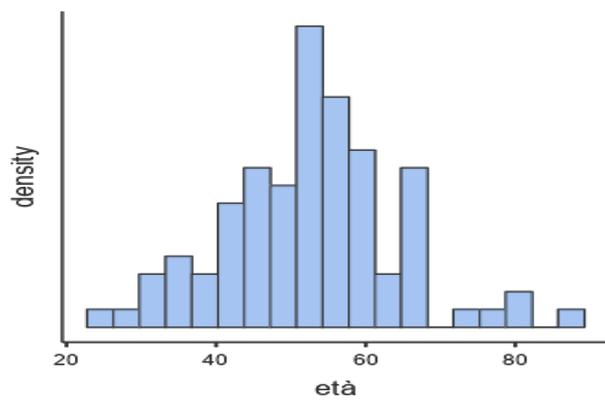


Figura 4 Distribuzione dell'età del campione globale.

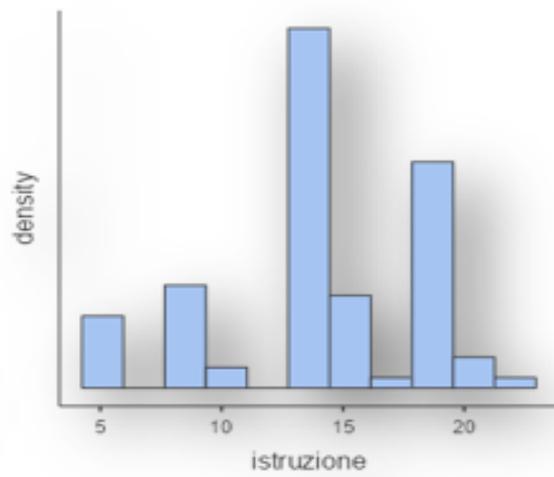


Figura 5 Distribuzione dell'istruzione del campione globale.

	ART	s-CRIq	GEMS	Auto-GEMS
N. Partecipanti	92	84	30	72
Media	7.40	116	79.7	85.0
Mediana	8.00	116	82.7	87.0
Moda	8.00	190	92.3	87.0
Deviazione Standard	2.58	18.0	14.3	11.6
Minimo	0	71	33.1	33.1
Massimo	12	181	94.9	100
Asimmetria	-0.707	0.376	-1.81	-2.07
Errore Std. di Asimmetria	0.251	0.263	0.427	0.283
Curtosi	0.209	1.18	3.52	6.34
Errore Std. di Curtosi	0.498	0.520	0.833	0.559

Tabella 1 Statistiche descrittive dei punteggi ottenuti ai test s-CRIq e ART con i dati aggregati rispetto ai due *setting* e punteggi ottenuti al test GEMS divisi per *setting* (GEMS, auto-GEMS).

Nella Tabella 1 vengono osservati i seguenti dati: il punteggio medio osservato nel test ART è pari a 7.4 (DS = 2.58) con un massimo di 12 ed un minimo di 0; il punteggio medio osservato nello s-CRIq corrisponde a 116 (DS = 18.0) con un massimo di 181 ed un minimo di 71; il punteggio medio osservato nel test GEMS corrisponde a 79.7 (DS = 14.3) con un massimo di 94.9 ed un minimo di 33.1; il punteggio medio osservato in auto-GEMS è pari a 88.8 (DS = 7.37) con un massimo di 100 ed un minimo di 66.0

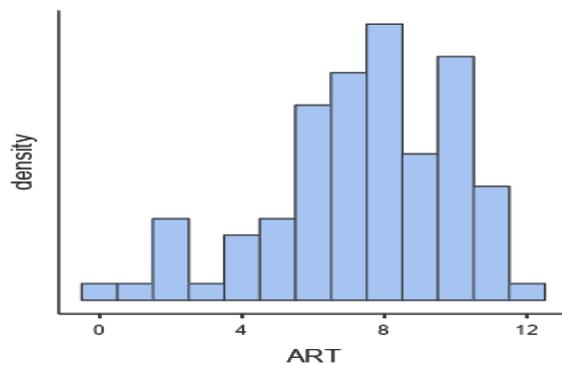


Figura 6 Distribuzione dei punteggi al test ART.

La distribuzione dei punteggi al test ART del campione risulta asimmetrica (Asimmetria=-0.707), con una campana tendente ad una normale (Curtosi=0.209).

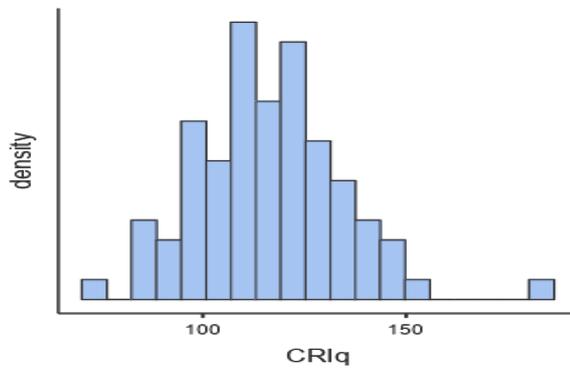


Figura 7 Distribuzione dei punteggi al test s-CRIq.

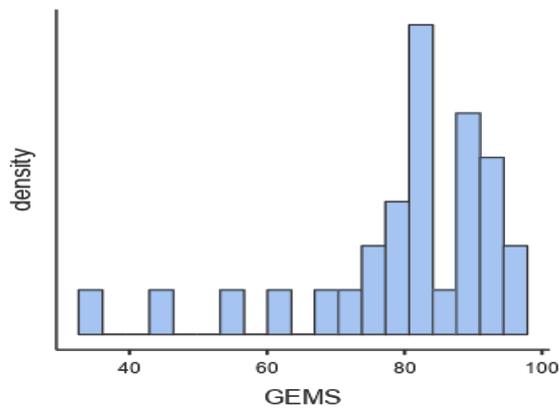


Figura 8 Distribuzione dei punteggi al test GEMS.

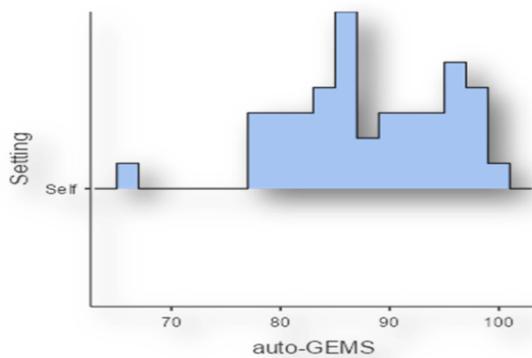


Figura 9 Distribuzione dei punteggi al test auto-GEMS.

Successivamente, sono stati analizzati i punteggi dei quattro test, dividendo il campione nei due *setting* differenti (Tabella 2) e riportate le loro distribuzioni (Figura 10, Figura 11, Figura 12). È stato osservato che, per i punteggi al test ART, emerge un punteggio medio maggiore per i partecipanti del *setting* in auto-somministrazione (7.98, DS = 2.04), con un massimo di 12 ed un minimo di 2, rispetto al *setting* in presenza (6.20, DS = 3.13), con un massimo di 11 ed un minimo di 0. Si osserva che la media di punteggi allo s-CRIq è maggiore (120, DS=17.4), nel *setting* in auto-somministrazione, con un massimo di 181 ed un minimo di 83, rispetto alla media osservata nel *setting* in presenza (109, DS=16.8) con un massimo di 136 ed un minimo di 71.

Sono emersi gli stessi risultati per quanto riguarda il punteggio ai test GEMS e auto-GEMS: si è osservato un punteggio minore dei partecipanti che hanno svolto i test nel *setting* in presenza (79.7, DS = 14.3), con un massimo di 94.9 ed un minimo di 33.1 rispetto al punteggio medio dei partecipanti che hanno svolto i test in auto-somministrazione (88.8, DS=7.37), con un massimo di 100 ed un minimo di 66 che è risultato maggiore.

	Setting	ART	s-CRIq	GEMS	Auto-GEMS
N. Partecipanti	Adm	30	30	30	30
	Self	62	54	0	42
Media	Adm	6.20	109	79.7	79.7
	Self	7.98	120	NaN	88.8
Mediana	Adm	6.50	111	82.7	82.7
	Self	8.00	119	NaN	87.5
Moda	Adm	8.00	89.0	92.3	92.3
	Self	8.00	109	NaN	87.0
Deviazione Standard	Adm	3.13	16.8	14.3	14.3
	Self	2.04	17.4	NaN	7.37
Minimo	Adm	0	71	33.1	33.1
	Self	2	83	NaN	66.0
Massimo	Adm	11	136	94.9	94.9
	Self	12	181	NaN	100
Asimmetria	Adm	-0.263	-0.205	-1.81	-1.81
	Self	-0.465	0.728	NaN	-0.606
Errore Std. Asimmetria	Adm	0.427	0.427	0.427	0.427
	Self	0.304	0.325	NaN	0.365
Curtosi	Adm	-0.900	-0.729	3.52	3.52
	Self	0.287	1.70	NaN	0.561
Errore Std. Curtosi	Adm	0.833	0.833	0.833	0.833
	Self	0.599	0.639	NaN	0.717

Tabella 2 Statistiche descrittive dei punteggi ottenuti ai relativi test divisi per *setting* (*setting* in presenza; *administered*, adm; *setting* in auto-somministrazione, *self-administered*, self).

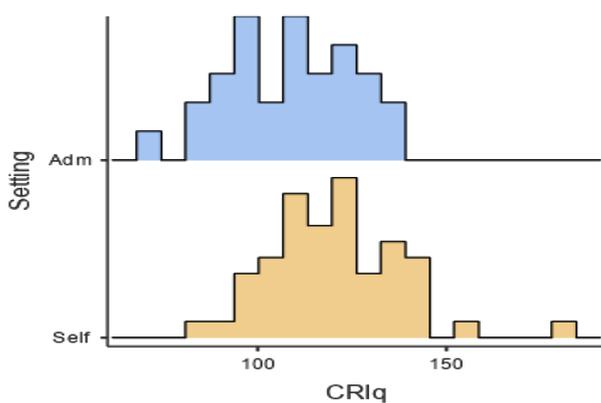


Figura 10 Distribuzione dei punteggi al questionario s-CRIq, suddivisi per i due *setting* (*setting* in presenza; *administered*, adm; *setting* in auto-somministrazione, *self-administered*, self).

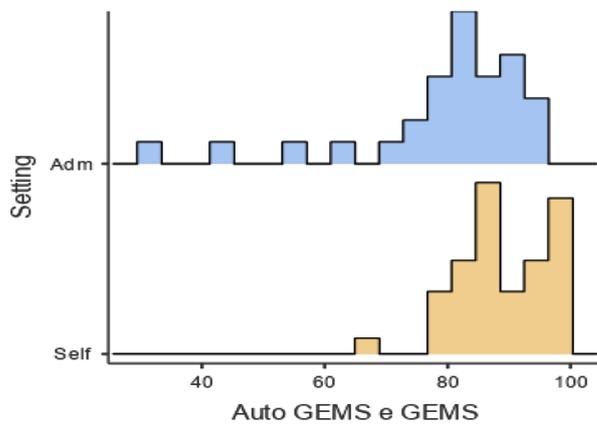


Figura 11 Distribuzione dei punteggi al test GEMS somministrato nel *setting* in presenza (*administered*, adm) e al test auto-GEMS somministrato nel *setting* in auto-somministrazione (*self-administered*, self).

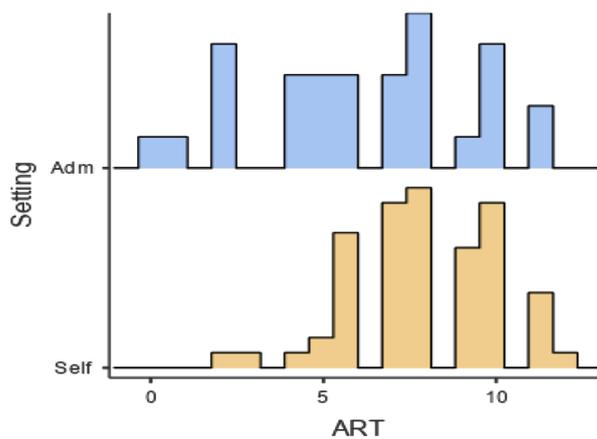


Figura 12 Distribuzione dei punteggi al test ART, suddivisi per i due *setting* (*setting* in presenza; *administered*, adm; *setting* in auto-somministrazione, *self-administered*, self).

La distribuzione dei punteggi al test ART per il *setting* in presenza (Adm), risulta asimmetrica (Asimmetria=0.427) e leptocurtica rispetto ad una normale (Curtosi=0.833). Nel *setting* in auto-somministrazione (Self) la distribuzione risulta asimmetrica (Asimmetria=0.304) e leptocurtica rispetto ad una normale (Curtosi=0.599).

Successivamente, considerando l'intero campione mediante il coefficiente r di Pearson è stata effettuata l'analisi delle seguenti correlazioni: età dei partecipanti e punteggio al test ART ($r=-0.500, p<0.001$), scolarità e punteggio al test ART ($r=0.602, p<0.001$), punteggi sommati dei test di misura del funzionamento cognitivo globale (GEMS e auto-GEMS) e punteggio al test ART ($r=0.737, p<0.001$), punteggio allo s-CRIq e punteggio al test ART ($r=0.413, p<0.001$). La correlazione tra età e punteggi al test ART è risultata negativa ciò significa che all'aumentare dell'età diminuisce il punteggio al test ART. Interessante notare che la variabile dell'età nel *setting* in presenza ha una correlazione negativa più forte con il punteggio al test ART ($r=-0.782$) rispetto alla correlazione nel *setting* in auto-somministrazione ($r=-0.161$). Questo dato non dipende dalla differenza di età dei partecipanti dei due *setting*, in quanto è stato effettuato un t-test per campioni indipendenti che ha dimostrato l'esistenza di una differenza non significativa tra le due medie d'età dei due gruppi ($t=0.768; p=0.445$). Mentre la correlazione tra il livello di istruzione e il punteggio al test ART è risulta positiva ($r=0.602, p<0.001$) ciò significa che più alti sono gli anni di scolarità e maggiore è il punteggio ottenuto al test ART. Come per l'età anche in questo caso questa correlazione è stata rilevata più forte nel *setting* in presenza ($r=0.844, p<.001$) piuttosto che in quello in auto-somministrazione ($r=0.381, p<0.003$). La correlazione maggiore riscontrata è stata quella tra le seguenti variabili: punteggi sommati dei test GEMS e auto-GEMS e punteggio al test ART ($r=0.737, p<0.001$), all'aumentare del punteggio al test ART aumenterà anche il punteggio ai rispettivi test GEMS ed auto-GEMS, questo dato implica che un buon funzionamento cognitivo agevererà l'abilità di ragionamento logico-astratto. Analizzando separatamente i due *setting*, anche in questo caso la correlazione è più forte nel *setting* in presenza ($r=0.762, p<0.001$), piuttosto che in quello in auto-somministrazione ($r=0.534, p<0.001$).

Importante evidenziare che la correlazione tra ART e s-CRIq è significativa e positiva ($r=0.413, p<0.001$), ciò implica che elevati livelli di riserva cognitiva faciliteranno la capacità del ragionamento logico-astratto (Figura 13). Anche in questo caso, analizzando i due *setting* separati (Figura 14) si è riscontrata una correlazione più forte nel *setting* in presenza ($r=0.405, p<0.001$) rispetto al *setting* in auto-somministrazione ($r=0.304, p<0.001$).

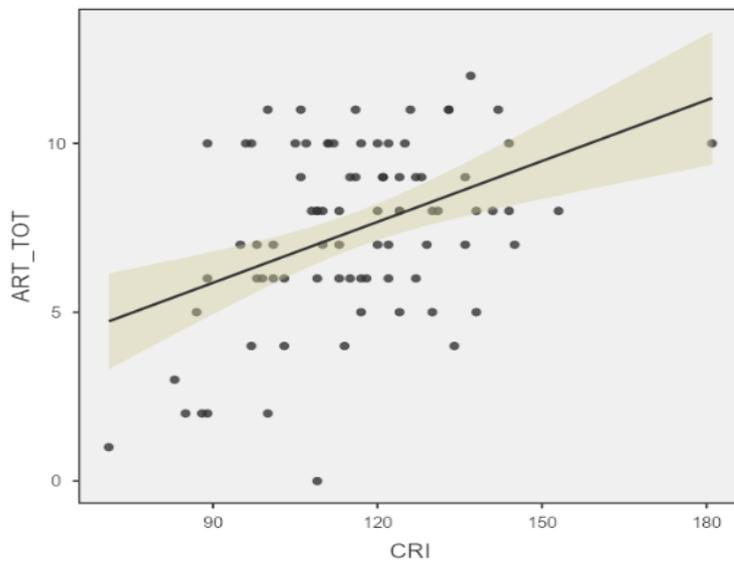


Figura 13

Correlazione tra il punteggio al test ART ed il punteggio al questionario s-CRIq.

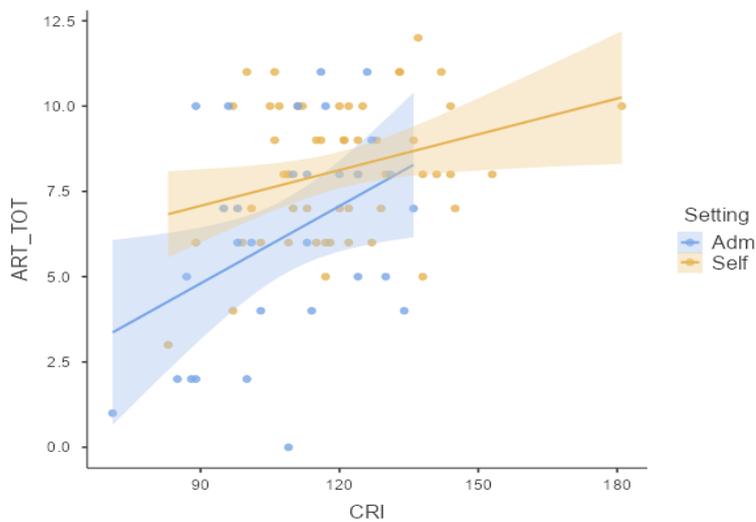


Figura 14

Correlazione fra punteggi al test ART e punteggi al questionario s-CRIq nei due *setting* diversificati. Nel *setting* in presenza (*Adm*) la retta è più inclinata rispetto al *setting* in auto-somministrazione (*Self*) di conseguenza la dimensione d'effetto è maggiore. Nonostante questo dato, si osserva l'inclinazione della retta nella stessa direzione del *setting* in presenza anche nel *setting* in auto-somministrazione.

Infine, tramite un approccio di regressione lineare è stato verificato l'effetto della riserva cognitiva in interazione con le variabili demografiche d'interesse sul ragionamento logico-astratto. In questo modello di regressione non è stata inserita la scolarità per non incorrere nel fenomeno della multicollinearità, in quanto la riserva cognitiva e l'istruzione sono due costrutti che in parte si sovrappongono e di conseguenza sono altamente correlati. Per condurre tale analisi è stato eseguito un modello di regressione lineare avente come variabile dipendente il punteggio ottenuto al test ART e come predittori età e riserva cognitiva (Tabella 3). Tramite questa tabella è possibile conoscere quanto il modello globalmente è buono. Attraverso i valori riscontrati possiamo inferire che questo modello è globalmente buono ed è in grado di spiegare circa il 43% della variabilità dei punteggi ottenuti al test ART.

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Overall Model Test			
				F	df1	df2	p
1	0.666	0,444	0.430	31.9	2	80	<.001

Predictor	Estimate	SE	t	p	Stand. Estimate
Intercept	6.1439	1.6887	3.64	<.001	
Età	-0.1137	0.0182	-6.26	<.001	-0.523
CRI	0.0630	0.0121	5.19	<.001	0.433

Tabella 3 Risultati del modello di regressione lineare avente come variabile dipendente ART e come predittori età e riserva cognitiva.

Capitolo 4

Discussione e conclusioni

Uno degli obiettivi di questo studio consisteva nel presentare un nuovo strumento aggiornato, rapido e rappresentativo, l'*Abstract Reasoning Test*, volto a valutare l'abilità di ragionamento logico-astratto. Dato che gli strumenti aggiornati, rapidi e rappresentativi che valutino l'abilità di ragionamento logico-astratto sono insufficienti nel panorama italiano, un altro obiettivo era quello di indagare l'effetto modulatore della riserva cognitiva, intesa come la capacità di ottimizzare le prestazioni cognitive in individui con assenza di patologie neurologiche o neurodegenerative, sull'abilità di ragionamento logico-astratto. Da questo assunto il presente studio vuole analizzare la possibile relazione tra la riserva cognitiva e l'abilità di ragionamento logico-astratto in individui sani. Con lo scopo di verificare la possibile relazione tra riserva cognitiva e l'abilità di ragionamento logico-astratto è stato reclutato un campione di 93 persone sane. Il campione è stato suddiviso in due *setting* (in presenza e in auto-somministrazione) e a seguire sono stati somministrati i seguenti test: il test ART per valutare l'abilità di ragionamento logico-astratto, anche nella sua versione auto-somministrata, lo s-CRIq, la versione breve del Cognitive Reserve Index questionnaire che viene definito come il metodo di misurazione quantitativa più utilizzato per il livello di riserva cognitiva (Nogueira et al., 2022), anche nella sua versione auto-somministrata, il test GEMS, anche nella sua versione auto-somministrata (auto-GEMS). Inoltre, sono state considerate le variabili età e scolarità e sono state utilizzate come fattori di controllo, in quanto fattori non trascurabili quando si parla di efficienza cognitiva.

La distribuzione dei punteggi al test ART del campione globale è risultata asimmetrica, dato atteso in quanto il campione è costituito da individui sani e risulta quindi probabile che essi ottengano punteggi elevati. Nonostante questa ipotesi non è stato riscontrato un effetto soffitto, ciò comporta che lo strumento può definirsi sufficientemente sensibile da riscontrare differenze anche in un campione sano.

Dalle analisi dei dati, in generale è emerso che i più giovani hanno ottenuto un punteggio migliore al test ART. Inoltre, i partecipanti con più alti livelli di scolarità hanno ottenuto migliori prestazioni al test ART, risultato in linea con lo studio di Mulas et al. (2021) dove il livello di istruzione viene associato positivamente a una migliore prestazione in compiti di calcolo e in compiti che valutavano le Funzioni Esecutive.

Per quanto riguarda la relazione tra riserva cognitiva e ragionamento logico-astratto i risultati hanno mostrato che più alti livelli di RC corrispondono ad un miglior punteggio al test ART, questo implica che svolgere attività cognitivamente stimolanti o possedere alti livelli di scolarità, indici utilizzati come *proxy* per la riserva cognitiva (Stern, 2009), porta a migliori prestazioni in compiti di ragionamento verbale astratto. Il ruolo della riserva cognitiva sull'abilità di ragionamento logico-astratto è stato indagato anche nei due *setting* separati riscontrando un maggior effetto nel *setting* in presenza, risultato che si presuppone sia dovuto a variabili latenti (aiuto da terzi, tempo impiegato per lo svolgimento del test, luogo) nel gruppo in auto-somministrazione, tutte variabili che sfuggono alla supervisione dello sperimentatore. Nonostante questo risultato la direzione dell'effetto è la stessa e la correlazione risulta positiva in entrambi i *setting*. Va comunque tenuto in considerazione che questa analisi si basa su dati tratti da un campione relativamente piccolo, soprattutto per quanto riguarda il gruppo che ha svolto i test in presenza. In studi futuri sarebbe utile indagare quali possano essere le variabili presenti nei due *setting* che mediano la relazione tra riserva cognitiva e ragionamento logico-astratto ed investigare i motivi che intervengono su questi risultati.

4.1 Limiti e sviluppi futuri

Come tutti gli studi, la ricerca svolta presenta un certo numero di limiti. Ad esempio, per valutare l'abilità di ragionamento logico-astratto è stato utilizzato uno strumento ancora in fase di taratura e di preparazione, sarebbe utile quindi indagare la validità di costruito di quest'ultimo. Sarebbe anche utile indagare diverse fasce

di età in un campione più ampio. Inoltre, il campione normativo raccolto non è ancora sufficientemente ampio da poter ridurre al minimo i possibili errori di stima dei parametri. Un ulteriore limite è stato quello di non aver potuto supervisionare coloro che hanno svolto i vari test nel *setting* in auto-somministrazione, tipologia di *setting* che sfugge alla supervisione di una figura professionale e di conseguenza le variabili in gioco per poter considerare i dati raccolti sono troppe. Pur tenendo in considerazione i limiti sopra riportati, ART si propone quale strumento aggiornato e rappresentativo dell'attuale popolazione, nelle richieste che propone. Nell'attività clinica, che necessita di strumenti rapidi e che permettano un confronto efficace a distanza di tempo delle prestazioni della stessa persona, si rivelano essenziali i test che dispongono di forme parallele. Uno dei possibili sviluppi di ART, quindi, riguarda la costruzione di una forma B, utile per il monitoraggio delle funzioni cognitive, che se effettuato con gli stessi strumenti spesso comporta effetti di apprendimento. Questo test è stato somministrato solo a partecipanti sani e non ancora a popolazioni cliniche e non sono state valutate ancora le proprietà psicometriche come la sensibilità e la specificità dello strumento. In un futuro potrebbe rappresentare un versatile strumento applicativo sia nella pratica clinica che in ambiti di ricerca legati a patologie che comportano una difficoltà di astrazione verbale.

Bibliografica

- Albert, M. S., Jones, K., Savage, C. R., Berkman, L., Seeman, T., Blazer, D., & Rowe, J. W. (1995). Predictors of cognitive change in older persons: MacArthur studies of successful aging. *Psychology and Aging, 10*(4), 578–589. <https://doi.org/10.1037//0882-7974.10.4.578>
- Antonucci, G., Spitoni, G., Orsini, A., D'Olimpio, F., & Cantagallo, A. (2014). Taratura Italiana della Batteria per la valutazione della Sindrome Disesecutiva: BADS. *Italian Normalization of the Battery for the Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS), Translator.*
- Appollonio, I., Leone, M., Isella, V., Piamarta, F., Consoli, T., Villa, M. L., Forapani, E., Russo, A., & Nichelli, P. (2005). The Frontal Assessment Battery (FAB): Normative values in an Italian population sample. *Neurological Sciences: Official Journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology, 26*(2), 108–116. <https://doi.org/10.1007/s10072-005-0443-4>
- Artemiadis, A., Bakirtzis, C., Ifantopoulou, P., Zis, P., Bargiotas, P., Grigoriadis, N., & Hadjigeorgiou, G. (2020). The role of cognitive reserve in multiple sclerosis: A cross-sectional study in 526 patients. *Multiple Sclerosis and Related Disorders, 41*, 102047. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2020.102047>
- Baddeley, A. D. (2017). Exploring the central executive. In *Exploring Working Memory*. Routledge.
- Badre, D., & D'Esposito, M. (2007). Functional Magnetic Resonance Imaging Evidence for a Hierarchical Organization of the Prefrontal Cortex. *Journal*

of Cognitive Neuroscience, 19(12), 2082–2099.

<https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.12.2082>

Basagni, B., Luzzatti, C., Navarrete, E., Caputo, M., Scrocco, G., Damora, A., Giunchi, L., Gemignani, P., Caiazzo, A., & Gambini, M. G. (2017). VRT (verbal reasoning test): A new test for assessment of verbal reasoning. Test realization and Italian normative data from a multicentric study.

Neurological Sciences, 38(4), 643–650.

Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 10(3), 295–307. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.295>

Benson, N., Hulac, D. M., & Kranzler, J. H. (2010). Independent examination of the Wechsler Adult Intelligence Scale—Fourth Edition (WAIS-IV): What does the WAIS-IV measure? *Psychological Assessment*, 22(1), 121.

Benton, A. L., Hamsher, K. d., & Sivan, A. (1989). Multilingual Aphasia Examination. Iowa City, IA: AJA Associates. *Neuropsychology, Blocking, Schizophrenia*, 59.

Berg, E. A. (1948). A Simple Objective Technique for Measuring Flexibility in Thinking. *The Journal of General Psychology*, 39(1), 15–22.

<https://doi.org/10.1080/00221309.1948.9918159>

Binazzi, A. (2012). *Cognizione logica e modelli mentali*. 16.

Brown, J., Cooper-Kuhn, C. M., Kempermann, G., Van Praag, H., Winkler, J., Gage, F. H., & Kuhn, H. G. (2003). Enriched environment and physical activity stimulate hippocampal but not olfactory bulb neurogenesis. *The European Journal of Neuroscience*, 17(10), 2042–2046.

<https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2003.02647.x>

Bucciarelli, M. (2004). Il contributo di Doise agli studi attuali sul ragionamento.

Giornale italiano di psicologia, 4/2004. <https://doi.org/10.1421/18843>

Burke, W. H., Zencius, A. H., Wesolowski, M. D., & Doubleday, F. (1991).

Improving executive function disorders in brain-injured clients. *Brain Injury*, 5(3), 241–252. <https://doi.org/10.3109/02699059109008095>

Butler, S. M., Ashford, J. W., & Snowdon, D. A. (1996). Age, education, and changes in the Mini-Mental State Exam scores of older women: Findings

from the Nun Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(6), 675–681. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1996.tb01831.x>

Caruso Fabiola. (2020, marzo 17). Ragionamento umano, processi logici e bias:

Le carte di Wason. *State of Mind*.

<https://www.stateofmind.it/2020/03/ragionamento-carte-wason/>

Cherubini, P. (2005). *Psicologia del pensiero*. Raffaello Cortina.

Chodosh, J., Reuben, D. B., Albert, M. S., & Seeman, T. E. (2002). Predicting

cognitive impairment in high-functioning community-dwelling older persons: MacArthur Studies of Successful Aging. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(6), 1051–1060. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50260.x>

Costa, A., Bagoj, E., Monaco, M., Zabberoni, S., De Rosa, S., Papantonio, A. M.,

Mundi, C., Caltagirone, C., & Carlesimo, G. A. (2014). Standardization and normative data obtained in the Italian population for a new verbal fluency instrument, the phonemic/semantic alternate fluency test.

Neurological Sciences, 35(3), 365–372.

- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Chapter 11—Executive functions. In M. D’Esposito & J. H. Grafman (A c. Di), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 163, pagg. 197–219). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>
- Davies, G., & Piovesana, A. (2015). Adult Verbal Abstract Reasoning Assessment Instruments and their Clinimetric Properties. *The Clinical Neuropsychologist*, *29*(7), 1010–1033.
<https://doi.org/10.1080/13854046.2015.1119889>
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan executive function system*.
- Della Sala, S., MacPherson, S. E., Phillips, L. H., Sacco, L., & Spinnler, H. (2003). How many camels are there in Italy? Cognitive estimates standardised on the Italian population. *Neurological Sciences*, *24*(1), 10–15.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual review of psychology*, *64*, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dubois, B., Slachevsky, A., Litvan, I., & Pillon, B. (2000). The FAB: A Frontal Assessment Battery at bedside. *Neurology*, *55*(11), 1621–1626.
<https://doi.org/10.1212/wnl.55.11.1621>
- Fay, T. B., Yeates, K. O., Taylor, H. G., Bangert, B., Dietrich, A., Nuss, K. E., Rusin, J., & Wright, M. (2010). Cognitive reserve as a moderator of postconcussive symptoms in children with complicated and uncomplicated mild traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, *16*(1), 94–105.

<https://doi.org/10.1017/S1355617709991007>

García-Molina, A., Enseñat-Cantallops, A., Sánchez-Carrión, R., Rodríguez, P., Tormos, J. M., & Roig-Rovira, T. (2013). [Interindividual variability in recovery after traumatic brain injury: Effect of cognitive reserve]. *Medicina Clinica*, *140*(12), 527–531.

<https://doi.org/10.1016/j.medcli.2012.09.047>

Gilbert, S. J., & Burgess, P. W. (2008). Executive function. *Current biology*, *18*(3), R110–R114.

Goldstein, G. (1998). Neuropsychological Assessment of Abstract Reasoning. In G. Goldstein, P. D. Nussbaum, & S. R. Beers (A c. Di), *Neuropsychology* (pagg. 317–331). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1950-2_15

Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (A c. Di). (2014). *Handbook of Executive Functioning*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5>

Grafman, J. (2002). *The Structured Event Complex and the Human Prefrontal Cortex*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0019>

Grossi, & Trojano, L. (2013). *D. GROSSI, L. TROJANO, Neuropsicologia dei lobi frontali. Sindromi disesecutive e disturbi del comportamento*.

https://www.mulino.it/isbn/9788815246066?forcedLocale=it&fbrefresh=CAN_BE_ANYTHING

Hall, C. B., Derby, C., LeValley, A., Katz, M. J., Verghese, J., & Lipton, R. B. (2007). Education delays accelerated decline on a memory test in persons who develop dementia. *Neurology*, *69*(17), 1657–1664.

<https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000278163.82636.30>

- Hayes, B. K., Heit, E., & Swendsen, H. (2010). Inductive reasoning. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, *1*(2), 278–292.
<https://doi.org/10.1002/wcs.44>
- Hindle, J. V., Martyr, A., & Clare, L. (2014). Cognitive reserve in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Parkinsonism & Related Disorders*, *20*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2013.08.010>
- Humes, G. E., Welsh, M. C., Retzlaff, P., & Cookson, N. (1997). Towers of Hanoi and London: Reliability and validity of two executive function tasks. *Assessment*, *4*(3), 249–257.
- Jeon, I.-C., Kim, O.-L., Kim, M.-S., Kim, S.-H., Chang, C.-H., & Bai, D.-S. (2008). The effect of premorbid demographic factors on the recovery of neurocognitive function in traumatic brain injury patients. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, *44*(5), 295–302.
<https://doi.org/10.3340/jkns.2008.44.5.295>
- Johnco, C., Wuthrich, V. M., & Rapee, R. M. (2014). Reliability and validity of two self-report measures of cognitive flexibility. *Psychological Assessment*, *26*, 1381–1387. <https://doi.org/10.1037/a0038009>
- Johnson-Laird, P. N. (1999). *DEDUCTIVE REASONING*. 28.
- Johnson-Laird, P. N. (2010). Mental models and human reasoning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*(43), 18243–18250. <https://doi.org/10.1073/pnas.1012933107>
- Johnson-Laird, P. N., & Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction* (pagg. xii, 243). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

- Johnson-Laird, P. N., Girotto, V., & Legrenzi, P. (1999). Modelli mentali: Una guida facile per il profano. *Sistemi intelligenti*, 11(1), 63–84.
- Katzman, R. (1993). Education and the prevalence of dementia and Alzheimer's disease. *Neurology*, 43(1), 13–20.
https://doi.org/10.1212/WNL.43.1_Part_1.13
- Katzman, R., Aronson, M., Fuld, P., Kawas, C., Brown, T., Morgenstern, H., Frishman, W., Gidez, L., Eder, H., & Ooi, W. L. (1989). Development of dementing illnesses in an 80-year-old volunteer cohort. *Annals of Neurology*, 25(4), 317–324. <https://doi.org/10.1002/ana.410250402>
- Kaufman, A. S., Flanagan, D. P., Alfonso, V. C., & Mascolo, J. T. (2006). Test review: Wechsler intelligence scale for children, (WISC-IV). *Journal of psychoeducational assessment*, 24(3), 278–295.
- Kesler, S. R., Adams, H. F., Blasey, C. M., & Bigler, E. D. (2003). Premorbid intellectual functioning, education, and brain size in traumatic brain injury: An investigation of the cognitive reserve hypothesis. *Applied Neuropsychology*, 10(3), 153–162.
https://doi.org/10.1207/S15324826AN1003_04
- Knight, R. T., & Stuss, D. T. (2002). Prefrontal cortex: The present and the future. *Principles of frontal lobe function*, 573–597.
- Koechlin, E., & Summerfield, C. (2007). An information theoretical approach to prefrontal executive function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(6), 229–235. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.005>
- Lazarov, O., Robinson, J., Tang, Y.-P., Hairston, I. S., Korade-Mirnic, Z., Lee, V. M.-Y., Hersh, L. B., Sapolsky, R. M., Mirnic, K., & Sisodia, S. S.

(2005). Environmental enrichment reduces Abeta levels and amyloid deposition in transgenic mice. *Cell*, *120*(5), 701–713.

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2005.01.015>

Lezak. (1995). *Lezak: Neuropsychological assessment*—*Google Scholar*.

https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Neuropsychological%20assessment&author=M.D.%20Lezak&publication_year=1995

Loftus, A. M., Gasson, N., Lopez, N., Sellner, M., Reid, C., Cocks, N., &

Lawrence, B. J. (2021). Cognitive Reserve, Executive Function, and Memory in Parkinson's Disease. *Brain Sciences*, *11*(8), 992.

<https://doi.org/10.3390/brainsci11080992>

Luria. (1973). *Luria: R. (1973). The working brain: An introduction...* - *Google Scholar*.

https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=The%20working%20brain%3A%20an%20introduction%20to%20neuropsychology&author=A.%20Luria&publication_year=1973

Malloy, P. F., Cohen, R. A., Jenkins, M. A., & Paul, R. H. (2006). Frontal Lobe

Function and Dysfunction. In *Clinical neuropsychology: A pocket handbook for assessment, 2nd ed* (pagg. 607–625). American

Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/11299-024>

Manly, J. J., Touradji, P., Tang, M.-X., & Stern, Y. (2003). Literacy and memory decline among ethnically diverse elders. *Journal of Clinical and*

Experimental Neuropsychology, *25*(5), 680–690.

<https://doi.org/10.1076/jcen.25.5.680.14579>

Mondini, S., Montemurro, S., Pucci, V., Ravelli, A., Signorini, M., & Arcara, G.

- (2022). Global Examination of Mental State: An open tool for the brief evaluation of cognition. *Brain and behavior*, 12(8), e2710.
- Mulas, I., Ruiu, M., & Fastame, M. C. (2021). The role of cognitive reserve as mediator for addition and multiplication skills in late adulthood. *Aging Clinical and Experimental Research*, 33(5), 1377–1382.
<https://doi.org/10.1007/s40520-020-01632-x>
- Nogueira, J., Gerardo, B., Santana, I., Simões, M. R., & Freitas, S. (2022). The Assessment of Cognitive Reserve: A Systematic Review of the Most Used Quantitative Measurement Methods of Cognitive Reserve for Aging. *Frontiers in Psychology*, 13.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.847186>
- Nucci, M., Mapelli, D., & Mondini, S. (2012). Cognitive Reserve Index questionnaire (CRIq): A new instrument for measuring cognitive reserve. *Aging clinical and experimental research*, 24(3), 218–226.
- Papagno, C., Caporali, A., Rizzo, S., Reati, F., Morreale, L., & Venneri, A. (2007). La comprensione di espressioni idiomatiche non ambigue: Taratura di un test di associazione frase-figura. *Giornale italiano di psicologia*, 34(4), 965–986.
- Papagno, C., Cappa, S., Garavaglia, G., Forelli, A., Laiacona, M., Capitani, E., & Vallar, G. (1995). *La comprensione non letterale del linguaggio: Taratura di un test di comprensione di metafore e di espressioni idiomatiche*.
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 8, 271–276.
<https://doi.org/10.2466/PMS.8.7.271-276>

- Reitan, R. M., & Wolfson, D. (1999). The two faces of mild head injury. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 14(2), 191–202.
- Reitan, R. M., & Wolfson, D. (2000). *The Neuropsychological Similarities of Mild and More Severe Head Injury*. 10.
- Reynolds, C. R., & Horton, A. M. (2014). The neuropsychology of executive functioning and the DSM-5. In *Handbook of executive functioning* (pagg. 89–105). Springer.
- Rinaldi, M. C., Marangolo, P., & Lauriola, M. (2008). *BLED SantaLucia: Batteria sul linguaggio dell'emisfero destro SantaLucia*. OS.
- Satz, P. (1993). Brain reserve capacity on symptom onset after brain injury: A formulation and review of evidence for threshold theory. *Neuropsychology*, 7(3), 273–295. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.7.3.273>
- Scarmeas, N., Zarahn, E., Anderson, K. E., Hilton, J., Flynn, J., Van Heertum, R. L., Sackeim, H. A., & Stern, Y. (2003). Cognitive reserve modulates functional brain responses during memory tasks: A PET study in healthy young and elderly subjects. *NeuroImage*, 19(3), 1215–1227. [https://doi.org/10.1016/s1053-8119\(03\)00074-0](https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00074-0)
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 298(1089), 199–209. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>
- Shallice, T., & Evans, M. E. (1978). The involvement of the frontal lobes in cognitive estimation. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the*

Nervous System and Behavior, 14(2), 294–303.

[https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(78\)80055-0](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(78)80055-0)

Sohlberg e Mateer. (2001). *Sohlberg: Cognitive rehabilitation: An integrative...* -
Google Scholar.

https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Cognitive%20rehabilitati on%3A%20an%20integrative%20neuropsychological%20approach&author=K.%20Sohlberg&publication_year=2001

Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (1987). Effectiveness of an attention-training program. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 9(2), 117–130. <https://doi.org/10.1080/01688638708405352>

Spinnler, H., & Tognoni, G. (1987). *Standardizzazione e taratura italiana di test neuropsicologic*. Masson Italia Periodici.

Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 8(3), 448–460.

Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015–2028. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>

Stern, Y., Barnes, C. A., Grady, C., Jones, R. N., & Raz, N. (2019). Brain Reserve, Cognitive Reserve, Compensation, and Maintenance: Operationalization, Validity, and Mechanisms of Cognitive Resilience. *Neurobiology of aging*, 83, 124–129.

<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2019.03.022>

Stern, Y., Gurland, B., Tatemichi, T. K., Tang, M. X., Wilder, D., & Mayeux, R. (1994). Influence of education and occupation on the incidence of

- Alzheimer's disease. *JAMA*, 271(13), 1004–1010.
- Steward, K. A., Kennedy, R., Novack, T. A., Crowe, M., Marson, D. C., & Triebel, K. L. (2018). The Role of Cognitive Reserve in Recovery from Traumatic Brain Injury. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 33(1), E18–E27. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000325>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Stuss, D. T. (1991). Self, Awareness, and the Frontal Lobes: A Neuropsychological Perspective. In J. Strauss & G. R. Goethals (A c. Di), *The Self: Interdisciplinary Approaches* (pagg. 255–278). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-8264-5_13
- Stuss e Benson. (1986). *Stuss: Neuropsychological studies of the frontal lobes.* - *Google Scholar*. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=The%20frontal%20lobes&author=D.T.%20Stuss&publication_year=1986
- Sumowski, J. F., & Leavitt, V. M. (2013). Cognitive reserve in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(9), 1122–1127.
- Tchanturia, K., Davies, H., Roberts, M., Harrison, A., Nakazato, M., Schmidt, U., Treasure, J., & Morris, R. (2012). Poor cognitive flexibility in eating disorders: Examining the evidence using the Wisconsin Card Sorting Task. *PloS one*, 7(1), e28331.
- Terman, L. M., & Merrill, M. A. (1937). *Measuring intelligence: A guide to the administration of the new revised Stanford-Binet tests of intelligence.*

The jamovi project. (2021). *Jamovi—Stats. Open. Now*. <https://www.jamovi.org/>

Umarova, R. M., Schumacher, L. V., Schmidt, C. S. M., Martin, M., Egger, K.,

Urbach, H., Hennig, J., Klöppel, S., & Kaller, C. P. (2021). Interaction between cognitive reserve and age moderates effect of lesion load on stroke outcome. *Scientific Reports*, *11*(1), 4478.

<https://doi.org/10.1038/s41598-021-83927-1>

Umarova, R. M., Sperber, C., Kaller, C. P., Schmidt, C. S. M., Urbach, H.,

Klöppel, S., Weiller, C., & Karnath, H.-O. (2019). Cognitive reserve impacts on disability and cognitive deficits in acute stroke. *Journal of Neurology*, *266*(10), 2495–2504. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09442-6>

Valdez, P., Ramírez, C., & García, A. (2014). Circadian rhythms in cognitive processes: Implications for school learning. *Mind, Brain, and Education*, *8*(4), 161–168.

Valeri, G., & Stievano, P. (2007). *Neuropsicologia dello sviluppo e funzioni esecutive*. 10.

van Praag, H., Shubert, T., Zhao, C., & Gage, F. H. (2005). Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *25*(38), 8680–8685. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1731-05.2005>

Zamarian, L., Stadelmann, E., Nürk, H.-C., Gamboz, N., Marksteiner, J., & Delazer, M. (2007). Effects of age and mild cognitive impairment on direct and indirect access to arithmetic knowledge. *Neuropsychologia*, *45*(7), 1511–1521. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.11.012>

Appendice 1: ART

ART - Abstract Reasoning Test

Codice:

Data:

Età:

Genere:

Scolarità:

Regione di Residenza:

Le verranno proposte alcune prove che implicano un ragionamento. Ascolti con attenzione quanto richiesto e rispondi alle domande. Per ogni prova te farò un esempio.

1. ELEMENTO INTRUSO

Istruzioni: Ora le leggerò degli elenchi. Per ciascuno dovrà dirmi quale elemento non rientra nella stessa categoria degli altri e spiegarmi il motivo.

Esempio: Limone, Pompelmo, Melone, Arancia.

Elemento intruso: Melone

Spiegazione: Il melone non è un agrume.

1) Ancora, molo, timone, vela

Spiegazione: _____ 0 1

2) A, B, C, D

Spiegazione: _____ 0 1

tot __/2

2. SITUAZIONI PROBLEMATICHE

Istruzioni: Ora le leggerò delle brevi storie. Considerando tutte le informazioni disponibili, risponda alla domanda che le porrò.

Esempio: Una coppia ha finito di fare la spesa al supermercato. Al momento di pagare deve lasciare alcuni prodotti alla cassa. Come mai?

Risposta: La coppia non aveva abbastanza soldi per pagare tutta la spesa.

- 1) Il papà mise la torta in forno e avviò la lavatrice. Poco dopo sbuffò contrariato. Cos'era successo?

Risposta: _____

0 1

- 2) Un passante osserva una macchina parcheggiata in divieto di sosta. Si accorge però della presenza di posti liberi proprio lì accanto. Perché allora l'automobile era stata lasciata lì?

Risposta: _____

0 1

tot __/2

3. SOMIGLIANZE E DIFFERENZE

Istruzioni: Ora le leggerò delle coppie di parole. Per ciascuna coppia dovrà indicarmi qual è la caratteristica che le accomuna e quale invece le differenzia.

Esempio: Zoo - Giungla

Somiglianza: Sono entrambi luoghi dove vivono degli animali.

Differenza: Nello zoo gli animali sono in cattività, nella giungla sono liberi.

1) Teatro - Cinema

Somiglianza: _____

Differenza: _____

0 1

2) Addio - Arrivederci

Somiglianza: _____

Differenza: _____

0 1

4. ASSURDITA'

Istruzioni: Ora le leggerò delle brevi storie. Considerando tutte le informazioni disponibili, mi dica cosa al loro interno le sembra assurdo.

Esempio: La nonna piantò dei semi di ciliegio in giardino e qualche giorno dopo ne raccolse i frutti per farne una marmellata.

Assurdità: I frutti non possono essere pronti per la raccolta in pochi giorni.

1) Al pescatore piace andare in riva al mare all'alba per osservare i riflessi colorati del sole che, lentamente, si abbassa sull'orizzonte.

Assurdità: _____

0 1

2) Il giornalista intervistò la persona la cui chiamata anonima alla polizia aveva permesso di individuare l'assassino in breve tempo.

Assurdità: _____

0 1

tot __/2

5. ESPRESSIONI IDIOMATICHE

Istruzioni: Di seguito leggerò dei modi di dire. Le chiedo di spiegarne il significato.

Esempio: Ingoiare il rospo.

Spiegazione: Accettare qualcosa di spiacevole.

1) Al primo colpo non cade l'albero.

Spiegazione: _____

0 1

2) Mettersi in mare senza biscotti.

Spiegazione: _____

0 1

tot __/2

6. RELAZIONI

Istruzioni: Ora le mostrerò delle parole. Dopo aver individuato la regola che le mette in relazione, dovrà dirmi l'elemento mancante e motivare la risposta.

Esempio: MORA sta a RAMO come NOME sta a ?

?: MENO

Spiegazione: Le sillabe sono state scambiate: mo-ra → ra-mo = no-me → **me-no**

1) BATTELLO sta a BALLO come COLTELLO sta a ?

?: _____ (risposta corretta: COLLO)

Spiegazione: _____

0 1

2) PRATO sta a PRATICO come CARO sta a ?

?: _____ (risposta corretta: CARICO)

Spiegazione: _____

0 1

tot __/2

Elemento intruso	__ / 2
Situazioni problematiche	__ / 2
Somiglianze e differenze	__ / 2
Assurdità	__ / 2
Espressioni idiomatiche	__ / 2
Relazioni	__ / 2
Punteggio grezzo totale	__ / 12