



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

---

DIPARTIMENTO DI SCIENZE UMANE (DISU)

Corso di Dottorato di Ricerca in Comunicazione Multimediale  
Ciclo XXV

Tesi sottomessa per il titolo di  
*Philosophiae Doctor*

**Un sistema informatico per la  
valutazione dei deficit esecutivi di  
bambini in età evolutiva**

Supervisor:  
*Prof. Lucio Cottini*

Dottorando:  
*Dott. Stefano Pascoletti*

---

ANNO ACCADEMICO 2013

---

Reviewer:

*Prof. Piero Crispiani*

Reviewer:

*Prof.ssa Antonella Valenti*

Day of the defense: 12<sup>th</sup> April, 2013

Head of PhD commit:

*Prof.ssa Leopoldina Fortunati*

## Abstract

Il tema centrale di questa tesi interessa la produzione di uno strumento informatico, utilizzabile per indagare nel settore dei deficit cognitivi in età evolutiva. Parlare di quest'area del comportamento umano, significa entrare in un ambiente che coinvolge, diversamente dal passato, discipline diverse e "saperi" dai confini labili, poiché costituiti o fondati su teorie dall'emivita piuttosto persistente e lunga. È noto infatti che, in assenza di un adeguato aggiornamento, la metà delle conoscenze scientifiche diventa obsoleta e talora inaffidabile, soprattutto nel campo del comportamento umano, oggetto elettivo di studio della psicologia (Scott et Al., 2011).

È vero anche che le neuroscienze cognitive, soprattutto in questi ultimi anni, hanno registrato un incremento piuttosto consistente in termini di risorse dedicate. L'effetto è stato quello di ottenere sia maggiore attendibilità dei dati ricavati, grazie all'utilizzo di strumenti e tecnologie un po' più attendibili (fMRI, TMS <sup>1</sup>), sia corposità e rilievo delle acquisizioni stesse, costituendo un prezioso materiale d'analisi su cui cimentarsi con maggior sicurezza. Ne è prova indicativa l'interesse e la miriade di studi che hanno preso il via, in quest'ultimo decennio, dalla scoperta di alcune caratteristiche dei "mirror", il cui ruolo viene oggi correlato anche a specifiche funzioni cognitive (Rizzolatti, Sinigaglia, 2010).

Studi e relativi dati che, come nel caso citato, spesso sono in grado di aprire la strada a ri-formulazioni etiologiche che interessano alcune sindromi, la cui consistenza risulta di difficile se non ancora impenetrabile lettura o interpretazione. Si tratta com'è noto di "eventi e relative conseguenze" che frenano o alterano lo sviluppo cognitivo-relazionale di molti bambini fin dalla prima infanzia. Impedimenti

---

<sup>1</sup> fMRI- Functional Magnetic Resonance Imaging; TMS - Transcranial Magnetic Stimulation.

e relativi disturbi, tutt'ora relegati all'interno di confini lessicali angusti o indefiniti quali "autismo", "asperger" o altro ancora.

Altro tema nodale per l'area cognitiva e comportamentale, interessa la struttura e i compiti specifici delle *Funzioni Esecutive* (FE), ovvero di quel tipo d'organizzazione della mente e del cervello, sua base fisiologica, che alla luce dei dati costituisce il sistema del "sé organizzativo", cioè della consapevolezza e volontarietà di ogni progettazione, realizzazione e verifica del comportamento e movimento dell'individuo.

Il *focus* attento del lavoro quindi ha come oggetto lo sviluppo di tali funzioni, cioè la responsabilità specifica delle FE in termini di qualità ed efficienza nella costruzione e sviluppo delle funzioni cognitive, ma anche nelle alterazioni e/o disfunzioni esecutive stesse (DE). Caratteristiche quindi, alcune delle quali vengono indagate attraverso lo strumento ideato e utilizzato in questo lavoro di ricerca.

Alla configurazione delle caratteristiche delle FE, o almeno a parte di queste tenuto conto della loro complessità, è dedicato il primo capitolo che si sviluppa evidenziando in una concisa rassegna, le diverse posizioni teoriche, i relativi sviluppi nel tempo nonché le diverse convergenze e/o divergenze di quanti si sono occupati in modo produttivo e efficace su tali funzioni.

Il titolo del progetto di ricerca, "*Un sistema informatico per la valutazione dei deficit esecutivi di bambini in età evolutiva*", specifica quindi che l'obiettivo centrale perseguito in questi tre anni di lavoro, è stata la messa a punto di uno strumento per indagare proprio su alcuni elementi e relative dinamiche cognitive che stanno alla base di deficit esecutivi (DE).

Lo strumento realizzato è tarabile per più fasce d'età, con un alto grado di adattabilità e quindi idoneo per osservazioni valutative di tali deficit in età evolutiva. Si tratta della raccolta di dati e informazioni, che attraverso altre ricerche realizzate con lo stesso obiettivo, dovrebbe nel tempo poter costituire un corpus conoscitivo importante, oggi ancora carente. I dati poi dovrebbero soprattutto risultare utili per ideare, creare ed implementare nuovi strumenti riabilitativi nell'ambito scolastico e in genere nel settore dell'apprendimento e del comportamento.

Il *focus* operativo che potrà interessare anche in futuro la ricerca, è proiettato sull'individuazione delle singole rappresentazioni mentali, sull'elaborazione algoritmica e sulle basi neurali di particolari funzioni o domini cognitivi, quali perce-

zione, attenzione, linguaggio, ecc. Dati ricavabili che possono costituire punti fermi, soprattutto se permettono d'individuare differenze critiche nella qualità, pertinenza e specificità delle stesse prestazioni cognitive e comportamentali, sia riferite a soggetti a sviluppo tipico, sia e ancor meglio a quadri clinici diversi e talora severi come la Trisomia 21, l'ADHD, l'Autismo, o sindromi quali Williams, Turner, ecc.

Per il settore strettamente educativo, due sono gli elementi che concorrono a delineare il profilo e dar corpo e significato a questo lavoro. Il primo riferisce al fatto che l'ambito della ricerca sul ruolo delle FE in età evolutiva, in particolare sulla prima infanzia, appare al presente come ricordato ampiamente scoperto. Il secondo interessa la scelta di una strategia di fondo che, come si sostiene da qualche tempo (Hughes e Graham, 2002), è quella di poter studiare i comportamenti di soggetti in compiti "meno complessi", tenuto conto proprio del *range* d'età.

Si tratta di studi che dovrebbero favorire un'analisi più agevole dei dati e interpretazioni degli stessi, percorrendo in tal modo nuovi sentieri metodologici in un campo così delicato. Il fine implicito di tale percorso non può che essere quello di poter delineare, con maggior precisione, quei fattori che impediscono un corretto costituirsi nel tempo delle FE.

L'impegno degli studi su tali tematiche, ha guidato i singoli passi permettendomi di costruire del software specifico, le cui funzioni vengono illustrate in questo lavoro di tesi. L'obiettivo specifico volgeva verso un prodotto di natura multifunzionale ed "aperta", in grado sia di adattarsi ad attività diagnostico/riabilitative e di ricerca, sia di essere integrato con nuovi strumenti rinnovandosi nel tempo.

Come risulta dalla descrizione riportata nel IV capitolo, tale obiettivo è stato raggiunto poiché lo strumento diagnostico è costituito da una batteria che propone cinque reattivi altamente parametrizzabili, finalizzati ad indagare abilità di analisi visiva, di attenzione sostenuta, d'inibizione e di pianificazione.

Com'è noto, in campo psicometrico diverse sono le batterie di prove e *test* che vengono utilizzati per lo studio di alcune componenti specifiche delle FE (BVN 5-11, PRCR-2, TEA, ecc.). All'analisi delle stesse, al loro utilizzo, ai punti di forza e ai limiti stessi viene, infatti, dedicato il II capitolo della tesi.

I metodi utilizzati e relativi strumenti, puntano a fornire delle spiegazioni sempre più convincenti, tuttavia l'applicazione degli stessi non permette di trasferire

semplicemente le tecniche consolidate in passato, su nuovi gruppi di soggetti di età evolutiva ma con caratteristiche diverse.

In questo caso, come si evince anche dall'analisi dei dati della ricerca, si tratta di un compiti e operazioni diverse e più complesse. Infatti com'è noto, lo sviluppo atipico in età evolutiva, va interpretato in modo del tutto differente da quello atipico dell'età adulta. La lettura e l'interpretazione dei dati, è ancora più vincolante quando gli stessi sono stati acquisiti nelle operazioni di mappatura delle funzioni cognitive deteriorate, e relativi substrati neurali, in soggetti a sviluppo atipico (Johnson, Halit, Grice & Karmiloff-Smith, 2002; Scerif & Karmiloff-Smith, 2005).

Tanto più diventa importante tener ben salda l'attenzione su tali differenze, quando le operazioni di decodifica sono guidate da una regia, come quella esercitata dalle FE. È possibile già immaginare quante sorprese tali differenze potrebbero rivelarci, quando saremo in grado di operare dei precisi confronti fra le prestazioni di soggetti a sviluppo tipico e atipico. Valutazioni e correlazioni di non di non poco conto, soprattutto in ragione della necessità di poter procedere, in questo delicato settore, con sempre maggior sicurezza nella descrizione *in progress* dei profili funzionali. La possibilità quindi poter effettuare delle precise comparazioni tra efficienti e non efficienti (valutazione precoce), così da poter progettare per ogni soggetto a sviluppo atipico interventi educativo compensativi o riabilitativi *tout court*.

Dopo la messa a punto del software gestionale, illustrato dettagliatamente nel capitolo III e creato con le caratteristiche sopra menzionate, il passo successivo ha registrato e permesso l'implementazione di uno studio pilota, condotto in alcune scuole, grazie alla disponibilità e collaborazione degli insegnanti coinvolti.

Come riportato nel capitolo V, il lavoro ha permesso di procedere ad un primo e significativo passo verso la validazione della batteria.

Al di là dei dati cui è dedicata l'analisi nello stesso capitolo, i feedback ricevuti dai diversi ambienti coinvolti nella sperimentazione, sia da parte dei soggetti impegnati nella ricerca, sia dal personale sanitario e scolastico, incoraggia a continuare lo sviluppo del progetto stesso, anche dopo il termine del dottorato. L'intendimento e l'obiettivo che mi pongo, è quello di continuare il lavoro sul piano delle eventuali integrazioni specifiche sulla struttura del software. In particolare i prossimi sviluppi dovrebbero interessare un sistema di elaborazione automatizzata di report generati da nuove aree di analisi dei dati (tavola sinottica dei domini tassonomici, cut-off

prestazionali e tavola degli obiettivi e relativi sotto-obiettivi) in supporto all'applicazione formale delle norme procedurali previste nel settore delle disabilità (PDP, DF, ICF ecc.).



A mio figlio Enea,  
con l'auspicio che queste fatiche possano servire a migliorare il nostro futuro.

## Ringraziamenti

Vorrei esprimere la mia gratitudine al Prof. Lucio Cottini, tutor nel mio percorso di ricerca, per l'aiuto e il sostegno fornitomi durante questi anni.

Desidero, inoltre, ringraziare il Prof. Daniele Fedeli per il supporto nelle fasi di pianificazione e sperimentazione di questo lavoro, e la Prof.ssa Fortunati per l'impegno a fornire il percorso formativo ricco e completo di questi anni.

Vorrei ricordare e ringraziare anche le insegnanti dell' Istituto Comprensivo di Tavagnacco per il graditissimo appoggio e partecipazione nelle fasi di raccolta dati.

Ringrazio infine con affetto la mia famiglia e in particolare mio padre.

## Indice

<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>Ringraziamenti</b>	<b>x</b>
<b>1 Le funzioni esecutive</b>	<b>1</b>
1.1 Introduzione .....	1
1.2 Mente e prestazioni cognitive .....	1
1.3 Lo studio della mente: dall'innatismo al connessionismo .....	3
1.4 Gli studi sulle Funzioni Esecutive .....	8
1.5 Modelli e funzioni.....	10
1.5.1 Modello del Costrutto Unitario .....	10
1.5.2 Modelli "multidimensionali" .....	15
1.5.3 I modelli sequenziali .....	18
<b>2 Le funzioni esecutive: modello e valutazione</b>	<b>23</b>
2.1 Introduzione .....	23
2.2 Le manifestazioni delle FE .....	24
2.3 Un modello strutturale delle FE.....	29
2.3.1 Primo Livello: Auto-attivazione .....	30
2.3.2 Secondo Livello: Autoregolazione.....	31
2.3.3 Terzo Livello: Autorealizzazione e Autodeterminazione .....	36
2.3.4 Quarto Livello: Autogenerazione.....	38
2.3.5 Quinto livello: Autointegrazione.....	39
2.4 FE e problemi d'apprendimento .....	39

2.5	Modalità e strumenti per la valutazione delle FE.....	42
2.6	Prove per abilità scolastiche: valutare la lettura .....	45
2.7	Strumenti di valutazione e fattori contestuali .....	46
2.8	Conclusione.....	48
<b>3</b>	<b>La piattaforma gestionale</b>	<b>51</b>
3.1	Introduzione.....	51
3.2	I moduli .....	53
3.2.1	Il modulo progetti-attività.....	54
3.2.2	Il modulo anagrafica.....	56
3.2.3	Il modulo sessione .....	58
3.2.4	Il modulo factory .....	62
3.2.5	Riconfigurazione di un test (da uno a molti) .....	69
3.3	La Tecnologia.....	73
3.3.1	Posizionamento file “test” e indicazioni generali di funzionamento....	74
<b>4</b>	<b>La Batteria</b>	<b>77</b>
4.1	Introduzione.....	77
4.2	I test .....	77
4.3	P. Puzzle .....	80
4.4	Find Figure .....	84
4.5	The Fence .....	88
4.6	Bedroom & The Kitchen .....	92
4.7	T. Library.....	98
4.8	Bermuda Triangle.....	104
4.9	Caratteristiche generali di tutte le prove.....	107
<b>5</b>	<b>Validazione: evidenze di attendibilità e validità</b>	<b>109</b>
5.1	Introduzione.....	109
5.2	Studio pilota .....	110
5.3	Prima Fase: analisi qualitativa sulla fruibilità degli strumenti .....	110
5.3.1	Campione e stratificazione .....	111
5.3.2	Tipologia dei compiti sperimentali e parametri utilizzati.....	111
5.3.3	Conduzione dell’esperimento.....	114

5.3.4	Risultati e adattamenti.....	115
5.4	Seconda Fase: studio pilota sulla validità dello strumento .....	116
5.4.1	Campione e stratificazione .....	117
5.4.2	Tipologia dei compiti sperimentali e parametri utilizzati .....	117
5.4.3	Conduzione dell'esperimento.....	117
5.4.4	Validità di costrutto dello strumento rispetto a variabili anagrafiche .	118
5.4.5	Validità concorrente tramite un'osservazione sistematica in situazione .....	123
5.4.6	Analisi fattoriale.....	125
5.5	Conclusioni .....	129
5.5.1	Collaborazioni in atto.....	129
<b>A</b>	<b>131</b>	
	<b>Schede delle prove</b>	<b>131</b>
A.1	Introduzione .....	131
A.2	P.Puzzle.....	131
A.3	Find Figure.....	132
A.4	The Fence.....	133
A.5	Bedroom.....	135
A.6	T. Library .....	136
A.7	Bermuda Triangle .....	137
<b>B</b>	<b>139</b>	
	<b>Schemi protocolli</b>	<b>139</b>
B.1	Introduzione .....	139
B.2	Dati generali.....	139
B.3	Risultati generali .....	141
B.4	Dettaglio risultati .....	142
B.5	Setting .....	143
<b>6</b>	<b>Bibliografia</b>	<b>147</b>



*Culture is what remains, when one has forgotten everything.*

James Herriot (1916 -1995)

# 1

## Le funzioni esecutive

### **1.1 Introduzione**

Il passaggio dall'innatismo al connessionismo, segmento storico di studi che nell'altro secolo ha segnato un fruttuoso confronto tra i sostenitori dei diversi modelli teorici sul funzionamento della mente, fa da introduzione al presente capitolo.

Lo spunto permette di orientare l'attenzione sulle funzioni esecutive (FE), identificate quali responsabili della programmazione e controllo del comportamento. Proprio tale responsabilità ha spinto la ricerca ad indagare sulle componenti delle FE, sia per il ruolo delicato e strategico dalle stesse, sia in relazione ai percorsi d'apprendimento e relative difficoltà o impedimenti in età evolutiva.

Partendo dai diversi costrutti teorici dell'innatismo e connessionismo, vengono illustrati e posti a confronto i contributi più significativi prodotti dalla ricerca sul tema delle FE.

### **1.2 Mente e prestazioni cognitive**

Tentare di capire e leggere la mente umana è un po' come cercare di leggere un libro, di cui conosciamo a mala pena la lingua, con un paio di occhiali sfuocati. Tuttavia in questi ultimi decenni, le neuroscienze hanno fornito numerose acquisizioni

## 1. Le funzioni esecutive

---

sul funzionamento della mente ed in particolare sui correlati neurologici del cervello che sottendono la nascita e l'elaborazione della rappresentazione interna del sé, nonché della realtà esterna del mondo.

Si tratta di dati che forniscono uno scenario caratterizzato da una complessità piuttosto consistente. Ciò tenuto conto soprattutto che, parlando di cervello umano, ci riferiamo ad un organo costituito da una struttura complessa, occupata da cento miliardi di neuroni di cui settanta dedicati alle funzioni motorie, che ha alle sue spalle un percorso evolutivo durato milioni d'anni.

Com'è noto, il cervello è responsabile dell'attività mentale e rappresenta l'organo di supporto del comportamento umano. Quest'affermazione è un dato asodato ormai da tempo, più difficile però è dimostrare come ciò avviene. Curioso e per certi aspetti meraviglioso però, è anche il fatto che il cervello è l'unico organo capace di studiare sé stesso.

Nel linguaggio comune, le parole "mente" e "cervello" sono spesso usate indistintamente per fare riferimento a ciò che origina i nostri pensieri, affetti, azioni, scelte, ecc. Nel procedere nella trattazione che segue, è opportuno tener conto che la descrizione del cervello, fornita normalmente dalle neuroscienze, è quella di un organo "medio standard", frutto dell'evoluzione della nostra specie e non quello del singolo individuo. Infatti è condiviso e riconosciuto il fatto che ogni cervello, come l'individuo nella sua essenza, è unico ed irripetibile. D'altronde è sotto agli occhi di tutti il fatto che tale unicità-diversità, è quotidianamente riconoscibile nella normalità, nella genialità e/o nella patologia.

I diversi approcci teorici e relativi modelli di funzionamento che sono stati formulati nel tempo, cui viene qui dedicata una sintetica rassegna soprattutto per l'analisi delle "funzioni esecutive", sono comunque legati a due acquisizioni di rilievo che ci sottolineano la complessità dell'organo stesso. La prima sottolinea il fatto che non esiste un solo centro cerebrale deputato allo svolgimento di singole funzioni. La seconda che nessun processo psicologico è riconducibile all'attività di un'unica regione o circuito cerebrale.

Gli attuali approcci e studi delle neuroscienze cognitive, come già anche nei due ultimi decenni, si declinano in gran parte su attività volte a verificare le correlazioni esistenti tra le singole funzioni cognitive e relativi correlati neuro funzionali.

### 1.3 Lo studio della mente: dall'innatismo al connessionismo

---

L'insieme delle diverse acquisizioni comunque confermano una corrispondenza tra l'organizzazione funzionale della mente e quella del cervello.

Studi condotti in quest'ambito, appartengono a quei lavori che perseguono l'obiettivo di analizzare il funzionamento della mente, quindi dei processi che sostengono le sue diverse funzioni. L'avanzamento delle acquisizioni su tali processi, ha permesso di definire sempre meglio, pur con le dovute precauzioni, le modalità attraverso le quali si attua non solo l'elaborazione delle singole informazioni (input) ma soprattutto la pianificazione dei successivi comportamenti che usufruiranno di tali elaborazioni (output).

Prestazioni cognitive e livello d'organizzazione delle stesse, oggi sono studiate facendo ricorso anche a tecniche di *neuroimaging* (fMRI). Si tratta di studi volti ad attribuire ruoli funzionali di specifiche regioni del cervello, nelle quali sono stati identificati cambiamenti elettrici o corrispondenti cambiamenti emodinamici. In alcuni casi tali studi sono in grado di delineare con sufficiente attendibilità l'anatomia funzionale di un compito cognitivo, in altri casi forniscono dati per determinare in modo più dettagliato il tipo di computazione specifica di una regione della corteccia.

Tali tecniche in questi ultimi anni hanno reso accessibile l'identificazione di diverse basi neurali della mente e, specificatamente, di alcuni dei suoi "domini" di maggior rilievo, costituendo in tal modo, nonostante alcune riserve, un metodo sufficientemente correlato al criterio d'affidabilità dei dati.

Il termine "dominio" richiede l'analisi e la trattazione delle Funzioni Esecutive (FE), ovvero di quell'insieme di capacità cognitive la cui interazione permette all'individuo di affrontare ogni nuovo evento, attraverso risposte dovute al livello organizzativo e relativi, comportamenti coerenti agli eventi stessi. Prima di descrivere componenti e funzioni delle FE, può essere utile una breve analisi di alcune tappe importanti, che hanno caratterizzato gli studi sulla mente negli ultimi trent'anni, pervenendo agli attuali paradigmi interpretativi.

### 1.3 Lo studio della mente: dall'innatismo al connessionismo

Pensare a ciò che sta *dentro* la mente rispetto a ciò che sta *fuori*, è stato da sempre il tema principale di studio, di acquisizioni ma anche di contrapposizioni in campo

## 1. Le funzioni esecutive

---

filosofico. Lasciando alla filosofia della mente il nodo da sciogliere, in campo psicologico prima e quello delle scienze cognitive poi, le acquisizioni via via raccolte hanno fatto registrare posizioni storicamente importanti, che di volta in volta hanno influenzato sia il modo di accostarsi allo studio del comportamento umano, sia al modo di organizzare l'insegnamento.

Un primo confronto che ha contrassegnato gli studi, registra le posizioni teoriche dell'*innatismo* e del *modularismo*.

I prodromi dell'*innatismo* sono riferibili ai contributi dell'epistemologia genetica piagetiana in cui si evidenzia una particolare attenzione per lo sviluppo delle strutture del pensiero, come queste si formano, come si organizzano e si stabiliscono. Si tratta di studi rivolti all'evoluzione che avviene nella mente fin dai primi passi della vita del soggetto. L'interesse per i comportamenti osservabili, la loro modificazione da automatismi biologici a attitudini e condotte psicologiche, segna per il cognitivismo un passo importante (Piaget, 1952).

Rispetto ai paradigmi precedenti, ora l'ispirazione innatistica della scienza cognitiva registra significativi cambiamenti sia in merito all'oggetto di studio, sia ai metodi utilizzati per indagare il mondo della psicologia infantile. Le fasi iniziali e precoci dello sviluppo, dalle prime settimane di vita in poi, sono oggetto di particolare e sistematica attenzione. L'interesse è volto a cogliere il modo in cui i diversi comportamenti si manifestano nella loro originaria immediatezza, in termini di frequenza e funzionalità. L'azione di ricerca escogita ed utilizza precisi sistemi di rilevazione dei dati, finalizzati a capire che cosa il bambino percepisce dell'ambiente che lo circonda, quando e come esercita le sue diverse capacità percettive, discriminative, linguistiche.

Verso la metà degli anni ottanta, sul tema dello sviluppo psicologico ma in particolare sulle funzioni della mente, si ha l'apporto rilevante di due visioni neuropsicologiche diverse e contrapposte, la cui differenza non è formale ma sostanziale: il *modularismo* e il *connessionismo*.

Il *modularismo* propone un'architettura cognitiva della mente, disposta in strutture verticali specializzate (moduli), adibite all'analisi dell'input. Tale operazione trasforma gli input stessi in rappresentazioni che sono offerte ai sistemi centrali per le elaborazioni più complesse. Tale processo determina la codificazione

dell'informazioni da parte della mente, e ciò corrisponde dalla nascita in poi alla conoscenza e consapevolezza che ogni singolo individuo possiede sulla realtà.

Il *connessionismo* presenta la configurazione di un'architettura cognitiva parallela e distribuita sul modello delle reti neurali, per cui si ritiene impossibile la localizzazione di luoghi mentali dedicati ad operazioni specifiche.

Per le teorie modulari, i modelli esplicativi e contributi di maggior rilievo si riferiscono ai lavori di Fodor, di Moscovitch-Umiltà e Benso, che sono abbastanza lineari e in grado di specificare teorie e i processi connessi alla costruzione degli apprendimenti.

Con i lavori e le intuizioni speculative di Fodor sulla "*mente modulare*" (1999), le assunzioni teoriche prendono corpo dall'idea che le funzioni mentali possono essere frazionate in una serie di tre componenti con proprietà specifiche, ovvero:

1. i *trasduttori* che convertono le stimolazioni prossimali in segnali neurali covarianti;
2. i *sistemi di input*, il cui compito è quello di fornire informazioni ai processori centrali, e più specificamente nel mediare tra *output* dei trasduttori e meccanismi cognitivi centrali, codificando le rappresentazioni mentali che rappresentano i domini delle operazioni di questi ultimi;
3. i *processori centrali* la cui funzione tipica consiste nella "fissazione delle credenze (percettive o altro) per inferenze non basate su dimostrazioni".

L'architettura dei sistemi di input è "*modulare*", cioè sottostà ai seguenti vincoli: specificità di dominio, obbligatorietà (o automaticità) delle operazioni, velocità, inaccessibilità alle rappresentazioni interne da parte dei processori centrali, atomicità (il modulo non può essere scomposto in parti elementari), incapsulamento informazionale, superficialità dell'output, architettura neurale fissa, tipi di disfunzione caratteristici e specifici ed autonomia computazionale.

In una prospettiva che ha come oggetto l'apprendimento, per Fodor sono moduli solo i sistemi di input percettivi e il linguaggio. In seguito l'autore introduce una modifica includendo nel "*concetto funzionale di modulo*" tutti gli apprendimenti.

Apporti che si diversificano ma anche completano il quadro teorico sulla *teoria modulare*, sono dovuti ai contributi di Moscovitch e Umiltà (1990) e in seguito a quelli di Benso (2004, 2007).

## 1. Le funzioni esecutive

---

Secondo le posizioni di questi autori, la modularità dei sistemi cerebrali è intesa come uno dei principali assunti della neuropsicologia. Pertanto negli aspetti applicativi e clinici non è possibile trascurare di approfondire e affinare i concetti quali:

- modulo, inteso quale sistema periferico ad alta efficienza computazionale;
- sistema centrale, riferito alla sede dove gli output superficiali dei moduli vengono ridescritti e interpretati cognitivamente.

Attraverso evidenze neuropsicologiche, si sostiene che le operazioni di assemblamento tra moduli avvengono sotto il controllo di un processore centrale (SEC - sistema esecutivo centrale), anatomicamente localizzato nei lobi frontali.

I contributi poi precisano e giustificano alcune carenze, iscrivibili alla visione fodoriana, attraverso un'operazione di distinzione più chiara ed operative dei "moduli" declinata in tre tipi:

- quelli del primo tipo interessano agli atti motori più semplici, così come le elaborazioni precoci dei sistemi sensoriali, i quali sarebbero caratterizzati da complessità minima;
- quelli del secondo tipo risulterebbero dell'assemblamento di moduli di primo tipo, e tale operazione avverrebbe attraverso l'intervento implicito di un processore centrale il quale dedicherebbe risorse cruciali all'operazione d'assemblaggio (es.: linguaggio e percezione visiva);
- quelli del terzo tipo, come ad esempio l'abilità di lettura o scrittura e prassie complesse, che risulterebbero dall'assemblamento di due moduli di secondo tipo; in questo caso l'intervento del processore o sistema esecutivo centrale (SEC) sarebbe esplicito, consapevole e diretto.

Come possiamo notare, sul piano dell'apprendimento e soprattutto su quello strumentale, vengono delineate condizioni interessanti ed esplicite. Così su un tema delicato ed attuale quale quello della capacità di lettura, vengono chiamate in causa combinazioni funzionali degli aspetti linguistici e percettivo-visivi, mediate dalle risorse attentive del processore centrale.

In aggiunta a quanto sostenuto, secondo gli autori la fase di modularizzazione che determina l'assemblamento tra moduli, dipenderebbe da fattori innati e ambien-

tali. Si precisa quindi che nel corso dello sviluppo, le diverse aree del cervello diventano specializzate per lo svolgimento di particolari funzioni, mentre i fattori innati interessano i “sistemi di input” che presiedono a funzioni di base, ovvero gli stimoli in ingresso. Per i moduli definiti di “secondo tipo” si ha l'intervento implicito del processore centrale (SAS) che riserverebbe delle risorse dedicate allo specifico modulo. Tale “processore dedicato” sarebbe però particolarmente connesso e riferibile unicamente ai moduli di secondo tipo.

Benso aggiunge alla descrizione funzionale di Moscovitch e Umiltà un contributo concettuale importante. Egli sostiene che il processore dedicato (SAS) dev'essere considerato l'aspetto automatico dell'attenzione, collegata allo specifico sistema. Tale sistema verrebbe sostenuto nelle fasi di complessità o nelle situazioni che presentano degli imprevisti, proprio dal processore centrale (SAS), determinando e sostenendo in tal modo il comportamento attentivo, volontario e strategico messo in atto dall'individuo. Nella sua disamina, Benso poi ipotizza l'intervento del processore dedicato (SAS) anche per i moduli complessi di terzo tipo, cognizione confermata in seguito, com'è noto, da numerose altre ricerche (2007).

Passando al *connessionismo* possiamo subito sottolineare che si tratta di uno dei settori in cui si declinano, al presente, la gran parte delle acquisizioni della scienza cognitiva.

Secondo questo modello non esiste alcun ostacolo all'idea o ipotesi che il cervello possa essere riprodotto su una macchina. Già in precedenza nel linguaggio comune secondo un'impostazione teorica nota come “*funzionalismo computazionale*”, la metafora comune assunta, configurava una descrizione del cervello in cui questi poteva corrispondere all'*hardware* di un PC, mentre la mente poteva riferirsi al *software* dello stesso. È noto come tale rappresentazione fosse connessa agli studi sull'intelligenza artificiale (von Neumann, 1999).

La posizione del *connessionismo* si discosta da tale impostazione, la supera e la ricicla in qualche modo identificando il cervello stesso “modello di un tipo diverso di calcolatore”. I contributi in tal senso sono ascrivibili ai lavori del gruppo di Rumelhart e McClelland (1986), i quali alla “metafora del calcolatore” sostituiscono la “metafora del cervello” quale modello di mente.

L'assunto centrale per questa “idea di mente” poggia su un' “ispirazione neurale”, ovvero su una categoria concettuale che fa riferimento a operanti *in parallelo* le

## 1. Le funzioni esecutive

---

cui connessioni possono modificarsi nel tempo. Si ha pertanto una netta esclusione di un lessico che richiami in qualche modo termini quali *hardware* o *software*, per centrare il *focus* attentivo solo alle “connessioni” (Rumelhart, et Al. 1986).

A questi primi lavori di Rumelhart e McClelland, seguirono molti altri e al presente in questo campo si registra un’ampia classe di modelli computazionali, anch’essi d’“ispirazione neurale”, i modelli PDP (*Parallel Distributed Processing*), noti anche come “reti neurali” (Rumelhart, 1991).

### 1.4 Gli studi sulle Funzioni Esecutive

Il contributo da cui si può partire, riferisce alle ricerche e ai lavori della scuola russa, con il contributo di Lurija (1962) che può essere inteso come il rappresentata di tale scuola. Fra i diversi lavori del neuroscienziato, il paradigma teorico esplicativo di maggior rilievo, connesso anche alla presente disamina, è la descrizione del cervello proposta nelle sue “tre unità funzionali”. In particolare va ricordata la “terza unità”, corrispondente anatomicamente ai lobi frontali, che nella definizione funzionale esplicativa di Lurija presiede alla “programmazione, implementazione e controllo del comportamento e del movimento da parte del cervello”.

È facile associare i compiti di questo “regista” del comportamento proposto da Lurija, al concetto neuro-funzionale delle FE di cui è stato fatto cenno nella prima parte di questo capitolo.

Di seguito nel corso degli ultimi vent’anni, diverse e articolate sono state le definizioni operazionali, fornite dagli studiosi in seguito alle numerose ricerche, come: serie di abilità che permettono alle persone di creare obiettivi, conservarli in memoria, controllare le azioni, prevedere gli ostacoli al raggiungimento degli obiettivi (Stuss, 1992); capacità che consentono la messa in atto con successo di comportamenti indipendenti, intenzionali, e utili (Lezak, 1995); attività intenzionale e finalizzata al raggiungimento di obiettivi (Anderson, 1993); funzioni cognitive di ordine superiore che ci rendono capaci di formulare obiettivi e piani, ricordare questi piani ed eseguirli (Aron, 2008), ecc.

Le diverse definizioni sulle FE sono frutto di antecedenti storici i cui lavori sono originati e riconducibili a tre principali ambiti disciplinari: psicologia cognitiva, neuropsicologia e neurologia. Per tale ragione, i diversi autori che nel tempo se ne

sono occupati, hanno utilizzato di volta in volta termini diversi per riferirsi alle FE: *Sistema Operativo* (Johnson-Laird, 1983), *Sistema Esecutivo* (Logan e Cowan, 1984), *Sistema Supervisore* (Norman e Shallice, 1986) e *Processore Centrale* (Umlà, 1988), ecc.

Un altro elemento che ha determinato un lessico così nutrito è riferibile senza dubbio alla natura complessa e multiforme delle FE, unitamente ai differenti background culturali, riferimenti epistemologici e finalità degli studi stessi di quanti si sono interessati della materia (Stuss e Alexander, 2002; Pennington, 2002), cui aggiungasi altri studiosi che nei loro lavori hanno fatto riferimento alle funzioni stesse senza etichettarle come “esecutive” (Levine, 1999; Greene, 2001; Posner & Peterson, 2001).

Indipendentemente dalle etichette, i diversi lavori e acquisizioni si occupano della *modularità dei sistemi cerebrali* che comporta e ripropone l’attenzione sul concetto di *modulo* e quello di *sistema esecutivo centrale*. Il primo viene inteso come entità periferica ad alta efficienza computazionale, mentre il secondo configura un “*centro regista*”, dove ogni *output* superficiale dei singoli moduli verrebbe “*ridescritto*” ed interpretato cognitivamente.

In aggiunta va precisato che il *processo di modularizzazione* sottende il fatto che, nel corso dello sviluppo, le diverse aree corticali si specializzano per lo svolgimento di precise funzioni. Ugualmente si sostiene che la modularizzazione, che procede all’assemblamento dei moduli, dipenderebbe da un’attività specifica di controllo di un “*processore centrale*” o “*sistema attentivo superiore*” (SAS). Sistema in grado di riservare adeguate risorse ad ogni specifico modulo, ognuno collocato in zone distinte della corteccia cerebrale.

Al di là dei diversi nomi e relativi acronimi, una prima provvisoria lettura dei dati permette di individuare nei diversi autori un generale accordo riguardo le principali funzioni svolte dalle FE e in generale, come già ricordato, l’assunto che sostiene la presenza di un’interazione fra diversi domini, interazione funzionale alla produzione di adeguate risposte alle richieste dell’ambiente.

### 1.5 Modelli e funzioni

Il tema delle FE è stato al centro dei lavori di ricerca degli ultimi decenni e ha monopolizzato l'attenzione degli studiosi.

Possiamo ritenere che tale attenzione, sia dovuta alla rilevanza che comporta l'organizzazione e funzionamento delle FE in ogni individuo, sia in merito alla consapevolezza degli atti e comportamenti di risposta all'ambiente stesso connessi strettamente allo sviluppo della mente, sia per le ricadute sul piano delle responsabilità personale degli stessi atti e comportamenti. Inoltre un più diffuso interesse coinvolge anche il mondo dell'educazione e formazione della persona a tutti i livelli, soprattutto in quelle situazioni in cui si registrano sviluppi atipici nell'evoluzione delle funzioni cognitive o ancor peggio la presenza di sindromi specifiche.

Prima di passare all'analisi delle acquisizioni sul rapporto FE e disabilità cognitive e/o comportamentali, per questo lavoro di ricerca risulta utile tracciare anche una sintetica descrizione dei principali modelli neuropsicologici forniti fin qui dai lavori dalle ricerche sul tema, cui fanno riferimento anche i lavori sulle disabilità.

Il corposo materiale e relativi a modelli ed acquisizioni esplicative, che riguardano le diverse ipotesi funzionali, è riassumibile in tre raggruppamenti che descrivono le FE ovvero: modelli del *costrutto unitario*, modelli *multidimensionali*, modelli *sequenziali*.

#### 1.5.1 Modello del Costrutto Unitario

Gli studi iscrivibili per la tipologie dei lavori e delle conclusioni a questo modello, configurano un sistema particolare nominato Sistema Attentivo Supervisore (SAS). La composizione di tale modello relativo alle funzioni esecutive (FE), fa riferimento a studi i cui contributi più significativi vengono riportati di seguito.

Secondo Norman e Shallice (1986), le funzioni del Sistema Attentivo Supervisore (SAS) si articolano con una sequenza di operazioni di controllo, le quali si attivano automaticamente a fronte di alcuni compiti. L'operazione viene eseguita sia allocando l'attenzione sugli stimoli rilevanti di un compito, sia ignorando in modo automatico ciò che non risulta pertinente. Per gli autori si tratta di una funzione innata che si consolida nel tempo, in ragione e in seguito ai risultati pregressi portati a compimento, ma anche attraverso continui esercizi. Quindi corrisponde ad un a-

dattamento il cui risultato si declina in una più efficiente flessibilità cognitiva e comportamentale per la soluzione di problemi.

Ad esempio se pensiamo alle fasi iniziali dell'apprendimento della scrittura, quando il compito è quello di copiare una sillaba, il SAS è chiamato a regolare l'attribuzione attentiva per le diverse caratteristiche dello stimolo campione (due lettere e quantità di segnali elicitati da ognuna in termini di forma, grandezza, posizione, ecc.), selezionare gli stessi, quindi procedere secondo una sequenza specifica nell'esecuzione di prassie specifiche per eseguire la "copia". In questo compito numerose sono le "inibizioni" prassiche a carico il SAS per fornire la performance. Dopo non molti esercizi, il SAS del soggetto "spenderà meno risorse attentive e di controllo", poiché la sequenza delle prassie verrà eseguita automaticamente, come un "melodia cinetica". Allora il SAS del soggetto sarà disponibile per l'altro compito, quello di assegnare un'etichetta d'identità al grafema, cioè attribuirgli il rispettivo fonema (abilità tecnica di lettura).

Nell'illustrazione dei compiti attribuiti al SAS, Norman e Shallice ipotizzano che l'intervento di tale sistema risulti indispensabile per le seguenti tipologie di compiti o comportamenti:

- quando il soggetto deve prendere una decisione per pianificare le proprie azioni;
- quando è chiamato a correggere un errore;
- quando è impegnato a fornire una risposta nuova o non appresa bene;
- nelle situazioni considerate pericolose e/o a rischio;
- quando le circostanze richiedono di evitare risposte abituali.

Dopo queste prime delineazioni operative, Shallice con il contributo di Burgess (1991) introduce delle modifiche semplificative sulle modalità procedurali del SAS, riducendo a tre le tipologie stesse del modello, ovvero:

- attivazione di schemi e strategie d'azione sono utilizzabili nell'immediato, ma fruibili anche in seguito per problemi analoghi;
- l'attivazione stessa avviene con il contributo della memoria di lavoro;

## 1. Le funzioni esecutive

---

- monitorizzare la corrispondenza tra schema di azione implementato e caratteristiche contestuali, richieste ed obiettivi prefissati.

Dopo queste declinazioni troviamo l'apporto di altri due autori, Stuss e Alexander (2000), i quali proseguendo sulla scia delle acquisizioni di Shallice e Burgess (1991), specificano in modo più dettagliato le funzioni del SAS, inscrivendo le stesse in contesti precisi ovvero:

- quando il SAS viene chiamato in causa per situazioni completamente nuove e problematiche nei confronti delle quali il soggetto non possiede soluzioni predefinite;
- quando la sua scelta è fra schemi ugualmente validi;
- quando il soggetto deve inibire schemi d'azione inadatti o avviarne uno nuovo e di minore dispendio energetico.

In questi casi le funzioni del SAS si esplicano con:

- l'attivazione di uno schema target o suo riavvio in caso di dissesto improvviso di uno stato di inattività;
- l'inibizione di schemi considerati inadeguati al contesto;
- la correzione della selezione competitiva (qualora dovesse risultare necessaria la messa in opera di uno schema che si contraddistingue per un livello di attivazione inferiore);
- il monitoraggio volto a constatare adeguatezza e/o errori dello schema attivato;
- l'attenzione particolare ai feedback forniti dal contesto, per mantenere o modificare i processi in corso.

Il contributo dei lavori del gruppo di Baddeley (1996, 1998) arricchisce la configurazione funzionale del modello (SAS), con una serie di studi che evidenziano il ruolo della memoria e relative competenze. L'autore si occupa in particolare della memoria a breve termine (MBT) indicata come "*memoria di lavoro*". Tale funzione entra in gioco con i suoi irrinunciabili contributi, attraverso un'articolazione di sottosistemi, il funzionamento dei quali è comunque regolato e coordinato dal SAS.

La *memoria di lavoro* è essa stessa un sistema attenzionale di controllo, che però possiede risorse limitate.

Per tale motivo entra in gioco nei compiti di controllo su operazioni cognitive di base critiche e specifiche, quelle cioè che permettono il “trattenimento” temporaneo di informazioni particolari.

Un esempio esplicativo può essere tratto ancora dalla letto-scrittura. Pensiamo alla *task-analysis* di un semplice compito di lettura: l’allievo deve leggere una stringa di lettere, cioè la parola “giornale”. Nel primo step esecutivo della performance, dopo il primo contatto oculare con lo stimolo (“giornale”) entrano in gioco le funzioni visuo-spaziali che elaborano l’input in entrata, ovvero la sequenza di grafemi (lettere) costituenti la parola stessa. I singoli grafemi vengono trattenuti temporaneamente nella memoria di lavoro, cioè nel “*taccuino visuo-spaziale*” dove avviene la codifica delle stesse. Il mantenimento provvisorio dei dati, facilita l’altro set del compito, cioè la codifica fonologica a carico del “*loop articolatorio o fonologico*” (corrispondenza lettera-fonema). Il lavoro congiunto dei due sistemi, pur indipendenti uno dall’altro, permette l’emissione delle performance da parte dell’allievo, ovvero la lettura della parola.

Secondo Baddeley, il SAS è chiamato ad attivarsi attraverso quattro funzioni:

- ignorare gli aspetti irrilevanti di un’attività in atto, focalizzando l’attenzione solo nei confronti di stimoli rilevanti (attenzione selettiva);
- favorire la ripartizione e il coordinamento delle risorse disponibili, così da permettere lo svolgimento di più attività simultaneamente (attenzione divisa);
- spostare l’attenzione tra differenti focus e set di risposte, laddove venga richiesta flessibilità cognitiva;
- recuperare temporaneamente informazioni della MLT, congruenti ed efficaci al compito stesso.

A queste funzioni del modello, in seguito Baddeley aggiungerà una quarta componente, il *buffer episodico*, ovvero un magazzino mnestico e dalle capacità illimitate, in cui temporaneamente possono esser conservate e manipolate informazioni

## 1. Le funzioni esecutive

che a suo tempo sono state codificate e registrate e con modalità "multidimensionali".

<b>S.A.S e Modelli Unitari</b>	
[1] - Norman e Shallice (1986)	[2]- Shallice e Burgess (1991)
<p>L'operato del SAS è indispensabile:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. per pianificare o prendere una decisione;</li> <li>2. quando è richiesta la correzione di un errore;</li> <li>3. quando la risposta è nuova o non è ben appresa e in situazioni considerate pericolose;</li> <li>4. quando è necessario non emettere risposte abituali.</li> </ol>	<p>L'operato del SAS viene semplificato in 3 stadi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. attuazione di strategie e schemi d'azione pertinenti per l'evento e per future situazioni analoghe;</li> <li>2. messa in atto della strategia e dello schema di azione selezionato, unitamente al relativo contributo della memoria di lavoro;</li> <li>3. monitoraggio della conformità tra schema di azione attuato e caratteristiche contestuali richieste ed obiettivi prefissati.</li> </ol>
[3] - Stuss e Alexander (2000)	[4] - Baddeley (1996)
<p>Il SAS opera e provvede per:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'avvio di uno schema target o riavvio dello stesso in caso di dissesto o inattività;</li> <li>2. l'inibizione di schemi inadeguati rispetto a condizioni e contesto;</li> <li>3. l'aggiustamento della selezione competitiva;</li> <li>4. il monitoraggio sullo schema attivato e la ricomposizione dello stesso in caso d'errore;</li> <li>5. l'utilizzo di <i>feedback</i> in itinere, per mantenere o modificare i processi in atto.</li> </ol>	<p>"Centralità della memoria". L'operato del sistema esecutivo assicura:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. la focalizzazione particolare dell'attenzione su stimoli rilevanti per l'attività in corso (<i>attenzione selettiva</i>);</li> <li>2. la ripartizione e coordinamento delle risorse disponibili così da permettere lo svolgimento di più attività simultaneamente (<i>attenzione divisa</i>);</li> <li>3. gli spostamenti e allocazioni attentive tra differenti <i>focus</i> e set di risposte, nel caso di necessaria flessibilità cognitiva;</li> <li>4. il recupero temporaneo d'informazioni, riposte nella memoria a lungo termine, per attivare risposte adeguate alle richieste.</li> </ol>

**Tab. 1:** SAS e modelli unitari

Le diverse posizioni teoriche fin qui analizzate, riferite a quegli autori che si sono occupati delle FE e che vengono iscritti al primo raggruppamento delle diverse teorie, cioè quello dei "modelli del costrutto unitario", sono sopra riportate nella

tabella comparativa che permette di evidenziare le differenze più significative (Marzocchi, Valagussa, 2011).

Dai confronti è possibile notare una parziale sovrapposizione dei modelli 1, 2, 3 che non presentano differenze marcatamente sostanziali, in cui le condivisioni più significative interessano il “monitoraggio” delle attività ideate e implementate, con aggiustamenti in itinere per la pertinenza delle stesse.

Più interessante è quanto emerge dal confronto della posizione sostenuta da Baddeley rispetto agli altri modelli.

Norman e Shallice si soffermano sulle modalità che sottendono la capacità di controllare sequenze di operazioni elementari. Le stesse si attiverebbero automaticamente per la loro natura innata, e in seguito per una loro automatizzazione dovuta all’esercizio. Si hanno poi parziali integrazioni da parte di Shallice e Burgess e da Stuss e Alexander, in cui si riconoscono alcune condizioni più precise che chiamano in causa il SAS.

Per Baddeley invece, è centrale la focalizzazione attentiva e la memoria (1996). L’autore infatti pone un’alternativa interessante al concetto obsoleto di memoria a breve termine (MBT) e ne propone uno multicomponentiale, cioè la “Memoria di Lavoro” (MdL).

### 1.5.2 Modelli “multidimensionali”

La molteplicità dei diversi modelli “multidimensionali”, volti a descrivere le funzioni in oggetto, condividono un elemento comune, ovvero l’ipotesi che il dominio delle FE non può che essere il risultato di molteplici e differenti componenti, fra se stesse vincolate per il fatto che agiscono attraverso relazioni incrociate.

Di seguito vengono riportati i contributi più significativi.

#### I Modelli Fattoriali

**Levin** et al.(1991) - Per questo autore il modello risultante è dato dal concorso di tre fattori:

- 1) il controllo delle perseverazioni, che sottende la flessibilità cognitiva;
- 2) la formazione dei concetti, operazione cognitiva debitrice dell’azione di domini specifici (memoria, ragionamento deduttivo, linguaggio, creatività);
- 3) la pianificazione che permette l’uso oculato di strategie adeguate per la solu-

## 1. Le funzioni esecutive

---

zione di problemi e compiti, anche con l'anticipazione e memorizzazione degli effetti e conseguenze delle proprie azioni.

*Nota: gli studi di riferimento, sono condotti dall'autore con somministrazione di test e reattivi: Wisconsin Card Sorting Test; Torre di Londra; California Verbal Learning Test ; Twenty Questions, Go/No.Go Test*

**Welsh** et al.(1991) – Viene fatto riferimento a tre fattori:

- 1) attenzione selettiva, flessibilità motoria e produzione mentale;
- 2) formulazione di ipotesi, capacità d'identificazione degli aspetti rilevanti per migliorare e guidare il proprio comportamento, uso adeguato delle informazioni di ritorno per modificare ogni atto comportamentale;
- 3) precisa pianificazione degli atti e comportamenti.

*Nota: gli studi di riferimento sono condotti, si registra l'uso e somministrazione di test (Wisconsin Card Sorting Test; Torre di Londra; Matching Familiar Figure Test)*

**Lezak** (1995) - Questo modello registra il concorso dei seguenti fattori:

- 1) volizione, cioè decisione di mettere in atto un'azione consapevole nel presente, o all'intenzione di agire in un prossimo futuro con la volontà di raggiungere un fine; fattore questo legato a pre-requisiti quali motivazione e autoconsapevolezza;
- 2) pianificazione, ovvero ordinamento puntuale di operazioni e sequenze;
- 3) intenzione ad agire, unitamente ad abilità concorrenti quali la costanza nell'attuazione di quanto progettato e la correzione in itinere per eventuali modifiche;
- 4) azione congiunta alla capacità di prestare attenzione ai diversi *feedback*, interni ed esterni, per portare eventuali correzioni.

**Pennington** (1997) – In questo contributo si sostiene che per poter comprendere i processi cognitivi mediati dai lobi frontali e prefrontali, è necessario riferirsi all'interazione tra memoria di lavoro e inibizione. Tali importanti capacità, pur distinte, vengono ad assumere una vera e propria funzione esecutiva, grazie alla loro particolare azione connessa a capacità di prestare attenzione ai diversi *feedback*, interni ed esterni, che permettono le correzioni opportune sul comportamento.

Per quanto attiene alla memoria di lavoro poi, le caratteristiche della sua funzionalità possono essere indagate con *test* neuropsicologici, per valutare: lo *span* (capienza), il periodo di tempo di conservazione dei dati e lo stesso periodo di attivazione.

**Barkley** (1997) – Per l'autore le FE sono iscrivibili in un modello che egli chiama "Modello dell'Autoregolazione" il quale proprio per il suo sistema interno autoregola-

tore, viene indicato dall'autore particolarmente adatto per la comprendere dei deficit cognitivi e dei comportamentali. Le funzioni esecutive principali, subordinate al controllo motorio, sono: la memoria di lavoro, l'autoregolazione delle emozioni, della motivazione e dell'arousal, l'interiorizzazione del linguaggio e ricostituzione.

Tali funzioni sono indispensabili per mettere in atto comportamenti finalizzati al raggiungimento dei diversi obiettivi (motivazione), oltre a costituire delle regole guida per l'esplorazione interna (linguaggio riflessivo) e infine per saper esaminare eventi, sequenze o messaggi nelle loro componenti essenziali, sì da ideare ed eseguire sequenze comportamentali del tutto nuove (ricostruzione).

**Miyake et al.(2000)** – Questo autore propone il proprio modello delle FE articolato su tre domini: flessibilità cognitiva, memoria di lavoro e inibizione delle risposte dominanti o preponderanti. Si tratta di componenti esecutive elementari, indagabili attraverso semplici *performances*. I processi individuati e proposti sono:

- 1) flessibilità cognitiva, ovvero la capacità di spostare l'attenzione tra prove cognitive o comportamentali; se tale componente risulta inadeguata, abbiamo la manifestazione di comportamenti tendenti alla perseverazione, con reiterazioni della stessa risposta, anche quando la stessa appare inappropriata;
- 2) memoria di lavoro e continuo monitoraggio ed aggiornamento dei contenuti e rappresentazioni riposte; capacità quindi di tenere sotto costante osservazione e codificare le informazioni in ingresso ritenute utili per il compito in atto; analisi sistematica delle informazioni contenute nei magazzini mnestici e valutazione dell'utilità delle stesse per il loro mantenimento e/o sostituzione con altre in ingresso, ritenute più pertinenti al contesto o all'obiettivo comportamentale.

Quest'ultima funzione, più che rappresentare una semplice ritenzione del materiale rilevante per il compito, a differenza di quanto proposto da altri autori comporta il fatto che il soggetto manipoli attivamente e volontariamente le informazioni contenute.

**Anderson (2002)** – L'autore configura le FE, da lui denominate "Sistema del Controllo Esecutivo" (SCE globale) con domini indipendenti, ognuno dei quali riceve input da fonti diverse: strutture sottocorticali, somatosensoriali, sensoriali e motorie. I domini interagiscono bilateralmente e ciò permette un modulazione coerente a vantaggio del comportamento del soggetto. In queste dinamiche comunque prevale su tutto il controllo attenzionale che influenza gli altri domini. Il SCE è costituito dai seguenti domini:

- 1) controllo attenzionale, articolato in attenzione selettiva, sostenuta e autoregolazione, che svolge il ruolo di mantenere costantemente monitorato il proprio comportamento;
- 2) flessibilità cognitiva, che comprende la capacità di muoversi tra stati mentali e differenti risposte (*shifting*), l'attenzione divisa, la memoria di lavoro, l'elaborazione multimodale e l'utilizzo delle informazioni di ritorno forniti con-

## 1. Le funzioni esecutive

---

tinuamente dal contesto in cui si trova il soggetto;

- 3) definizione degli obiettivi, la cui esplicazione comprende ragionamento concettuale, capacità di concepire e selezionare le strategie utili all'organizzazione, pianificazione, organizzazione strategica, sequenza logica, ecc.
- 4) processamento delle informazioni da dominio indipendente, non inteso come parte o dimensione di altre funzioni, e caratterizzato dai parametri di fluenza, efficienza e velocità con la quale un *output* viene fornito al sistema.

Un elemento di rilievo che emerge dai lavori dell'autore, si riferisce all'incremento nel tempo della capacità d'inibizione del comportamento, abilità di non poco conto per l'integrazione sociale. Al compimento del primo anno si possono registrare prime e semplici forme d'inibizione nei confronti di alcuni comportamenti.

Verso i tre anni si nota ancora la presenza di fenomeni di perseverazione, ma il bambino ora diviene capace d'inibire comportamenti istintivi e solo verso i sei anni il controllo degli impulsi aumenta in termini di velocità ed accuratezza. Poi verso i nove, anni ha inizio a tutti gli effetti un percorso personale volto a conquistare l'abilità di monitoraggio, valutazione e relativo controllo delle proprie azioni.

**Tab. 2:** i modelli fattoriali

### 1.5.3 I modelli sequenziali

La particolarità di quest'ultimo raggruppamento di modelli, è data dal fatto che gli autori tentano di fornire una panoramica del reale comportamento del soggetto, quando questi intende perseguire e raggiungere un obiettivo.

Di seguito vengono analizzate le ipotesi di due modelli sequenziali.

Il primo riferito ai lavori di Zelazo et al. (1997), è il modello del "*Problem Solving*". In questo caso viene presentato un modello che, nell'articolata descrizione delle FE, pone particolare attenzione alle dinamiche delle diverse fasi in cui si realizzano le funzioni stesse.

Rispetto al tempo e durata della loro attivazione, viene ipotizzata l'azione di quattro fasi distinte: la rappresentazione del problema, la pianificazione, l'esecuzione e in ultimo la valutazione.

Nell'articolato dinamico delle fasi, si evidenzia l'attività e operatività dei differenti domini esecutivi, i quali agirebbero in modo integrato per risolvere un problema, oppure per conseguire un obiettivo.

In particolare viene posta l'attenzione sui seguenti passi:

- 1) *rappresentazione del problema* - al soggetto viene richiesta innanzitutto la capacità di spostare la propria attenzione, quindi l'abilità di muoversi all'interno delle diverse rappresentazioni presenti e prospettive, in ultimo ordinare priorità e legami tra i singoli elementi in gioco;
- 2) *pianificazione del problema* - si tratta di saper selezionare, fra diverse opzioni, quelle azioni più idonee all'interno della situazione nella quale ci si trova; ciò comporta un'appropriata modalità di procedura, analisi precisa dei mezzi e dei fini, ricorso alla memoria di lavoro, definizione di obiettivi e sotto-obiettivi, elaborazione di possibili alternative d'azione, prevedendo anche le conseguenze del proprio comportamento;
- 3) *esecuzione del compito/problema* - dopo aver elaborato il piano d'azione, il soggetto passa alla fase di realizzazione, fase che richiede volontà, controllo intenzionale, flessibilità e diverse strategie;
- 4) *valutazione* - operazione che impegna l'individuo alla verifica del raggiungimento del risultato, frutto dell'impegno delle fasi precedenti, e l'apporto di eventuali correzioni di cui farne anche buon uso per il futuro.

Il secondo *modello sequenziale* è quello di Burgess e collaboratori (2000).

Le FE sono intese come processi sequenziali, che entrano in gioco durante l'esecuzione di compiti complessi. Si tratta di abilità che permettono d'individuare sia nuove modalità comportamentali, sia modi di pensare attraverso l'esercizio di un'analisi precisa sugli stessi. Nell'esecuzione di compiti complessi, il primo passo è quello di apprendere le regole insite nel compito, quindi pianificare i passi successivi. Importante poi è la verifica di coerenza tra precedente pianificazione e implementazione degli atti e comportamenti stessi, assicurando eventuali e necessarie correzioni.

Si sottolinea poi la rilevanza dell'analisi procedurale, nonché identificazione dei processi cognitivi che si trovano coinvolti nei diversi passaggi.

Viene così evidenziata innanzitutto l'importanza della memoria retrospettiva, ritenuta decisiva per l'apprendimento delle regole e per la rievocazione finale. Segue la memoria prospettica, legata funzionalmente alla memoria retrospettiva appena menzionata, la quale ha un ruolo decisivo sia per le operazioni di pianificazione, sia

## 1. Le funzioni esecutive

---

per la capacità di seguire le regole e in ultimo anche per la necessaria flessibilità nell'esecuzione del compito.

Passano all'analisi dei due modelli rileviamo, come già ricordato, il tentativo di offrire un'analisi il cui *focus* è descrivere ciò che fa il soggetto, in situazioni reali, quando è volto a perseguire un obiettivo. Gli stessi modelli poi si caratterizzano per alcune differenze.

Zelazo propone la descrizione delle diverse fasi che si susseguono nel funzionamento delle FE e, diversamente da una loro configurazione intesa quale insieme di sottofunzioni, l'autore è più interessato e attento alla descrizione puntuale di dette fasi, in particolare a quanto avviene e si sussegue nel tempo. In tal modo vengono poste in luce sia le caratteristiche delle diverse strategie, sia la dimensione meta-cognitiva degli stessi processi esecutivi (2006).

Nel lavoro di Burgess, si evidenzia invece la descrizione dei vari passi e relativi processi, che entrano in gioco necessariamente nello svolgimento di compiti complessi.

In questo caso la peculiarità del modello di Burgess è data dal fatto che l'autore descriva le FE non come moduli indipendenti, assunto fatto proprio da altri autori (Pennington, Anderson, ecc.), bensì come processi sequenziali, che entrano in gioco durante l'esecuzione di compiti complessi.

Questa modalità d'analisi e approccio alle FE sembra offrire dei vantaggi. In particolare si tratta della possibilità di descrivere e stabilire il ruolo di alcune componenti sottese all'attivazione dei processi di apprendimento, soprattutto se ci riferiamo all'ambito scolastico. I diversi stimoli e contenuti inerenti la proposta didattica del docente, richiedono frequentemente le soluzioni di compiti che comportano da parte dell'allievo, l'utilizzo di più funzioni. Ciò fa riflettere sull'apporto diversificato ed effettivo richiesto alle FE.

Pertanto in compiti che richiedono l'applicazione di una regola chiara, da poco e illustrata e spiegata, come ad esempio eseguire alcune moltiplicazioni con due cifre, si avrà l'attivazione di un numero di funzioni preciso e limitato. Diversamente in un compito del tipo "preparare un elaborato sulle tradizioni del proprio paese", le funzioni in gioco risulteranno diverse e per alcuni allievi il compito potrà risultare più arduo. Ciò in relazione, com'è facile dedurre, dall'ambiguità del secondo compito rispetto al primo.

Nel primo caso la richiesta dell'insegnante non lascia dubbi, per chi è stato attento. Il compito presenta pochi equivoci e la procedura appena proposta da attivare (regola) e il risultato da raggiungere (prodotto) sono chiari.

Nel secondo caso possiamo ipotizzare delle incertezze, poiché non viene indicato il materiale (archivi da consultare, memorie forse non mappate sulle tradizioni, ecc.), ci sono possibili e diversi incipit, è assente un specifico risultato, ecc. (Fedeli, 2007).

Vanno sottolineate dunque le caratteristiche e peculiarità delle posizioni dei due autori, Zelazo e Burgess e dell'attenzione da questi rivolta alle FE in ambito scolastico. Importante quindi risulta l'analisi di modelli che pongono in primo piano la comprensione delle strategie, che l'alunno deve mettere in atto, nel momento in cui è prioritario il raggiungimento efficace di un obiettivo d'apprendimento.



# 2

## Le funzioni esecutive: modello e valutazione

### 2.1 Introduzione

Come risulta dalla rassegna del primo capitolo, non è semplice definire le FE perché il riferimento non è ad una singola funzione o entità, ma ad una molteplicità di processi come attenzione, working memory, problem solving, progettazione e adattamento comportamentale, tutti funzionali al raggiungimento preciso, da parte dell'individuo, di uno scopo in modo articolato ma anche flessibile.

Nei diversi studi e indirizzi teorici come riportato nel capitolo precedente, è condivisa la convinzione che il ruolo principale delle FE consista nel dirigere intenzionalmente i comportamenti dell'individuo volti ad un obiettivo. Si tratta di una sequenza di capacità che avviano, bloccano o in caso di necessità modificano azioni e comportamenti. Rilevante poi è la capacità di prevedere quali possono essere le *performances* in grado di soddisfare esigenze e compiti futuri, saper quindi adattare il comportamento in ragione del mutare delle situazioni.

Ulteriore elemento è rappresentato dalla constatazione che tutte le funzioni concorrenti e relativi processi di tale sequenza, sono correlabili all'attivazione di porzioni delle regioni prefrontali della corteccia cerebrale. Non è trascurabile poi il tipo e la qualità d'interazioni funzionali che le stesse regioni hanno, attraverso le connessioni cortico-corticali, con strutture importanti del telencefalo. Infatti, dati

## **2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione**

---

sperimentali e clinici su pazienti parkinsoniani, evidenziano come in tali soggetti alcuni deficit delle FE sono correlati all'interruzione di tali connessioni.

Si tratta d'inadeguato funzionamento del circuito che parte dalle regioni corticali prefrontali, va allo striato, quindi passa al globo pallido e da questo al talamo, per poi ritornare nelle regioni prefrontali (Elliott 2003; Heyder et al 2004).

L'insieme delle abilità di base connesse alle FE, delineano quindi un ruolo che richiama aspetti fondamentali del funzionamento della mente, specificatamente appartenenti al "territorio cognitivo". Non sono quindi trascurabili dati e conoscenze che possono descrivere la maturazione e lo sviluppo delle FE stesse, quelle che si sviluppano dalla prima infanzia in poi, e che sono soprattutto in relazione all'apprendimento e ai fattori che lo possono ostacolare.

In questo capitolo vengono affrontati alcuni problemi legati alla valutazione. Si è scelto di procedere, quale esempio, ad una analisi articolata delle FE implicate nell'abilità strumentale della lettura e relativi strumenti valutativi, tenuto conto anche della recente Legge sulle DSA (Legge 170/2010) e dell'ampio interesse che coinvolge la nuova operatività nella scuola. In questo senso sono state evidenziate potenzialità e criticità del ruolo delle funzioni stesse. Infine vengono menzionate le prove comunemente utilizzate per le ricerche nel settore.

Rilevante poi è poter fare riferimento ed affidamento ad un modello esplicativo, da cui trarre una serie d'indicatori. In tale contesto, sia alcune caratteristiche che interessano le difficoltà d'apprendimento nell'attività scolastica, sia gli strumenti costruiti e messi a disposizione per valutarle nel corso di un periodo così importante per lo sviluppo delle persona, come quello che si realizza specificatamente a livello cognitivo, hanno ricevuto in questi ultimi anni una sempre maggiore attenzione.

### **2.2 Le manifestazioni delle FE**

Le FE sono abilità che appartengono ad un'organizzazione cognitiva d'alta efficienza, infatti, come evidenziato da più autori precedentemente citati, sono in grado di influenzare altre abilità cognitive, quali attenzione, memoria e lo stesso repertorio delle abilità motorie.

Per tale motivo, fin dall'inizio degli studi volti a evidenziare l'articolazione organizzativa e relativi effetti sul comportamento, le FE hanno presentato dei problemi e non poche difficoltà.

Nell'analisi delle FE, per la natura complessa delle stesse, un elemento di ostacolo è dato dal fatto che i relativi processi possono presentare diversi gradi di variabilità. Ciò sia in relazione ai domini di funzionamento (percezione emozione, cognizione o azione), ma anche rispetto all'area e al tipo di coinvolgimento che può interessare di volta in volta il sé della persona (intra-personale), le relazioni con gli altri (inter-personale), il sistema di simboli e in generale la configurazione ambientale degli stimoli.

Rispetto poi al substrato biologico, cioè la configurazione dell'architettura cerebrale, non sono trascurabili due concetti quali "plasticità" e "riciclaggio" neuronale.

Il primo, introdotto nel lessico delle neuroscienze con gli studi di Konorski (1948), indica un'acquisizione di rilievo secondo la quale le aree di processazione ed elaborazione sono caratterizzate da una certa adattabilità. Evento neuro funzionale grazie al quale sono possibili alcuni "aggiustamenti" e modificazioni vicarianti il cui effetto è all'origine di specifici meccanismi riorganizzativi post-lesionali, soprattutto in età evolutiva. Studi in questo senso hanno portato alla luce non solo le dinamiche neurochimiche a carico delle interazioni neuronali, ma anche le più significative linee guida per la riabilitazione, soprattutto nel periodo che si riferisce agli anni '70 e '80 (Butchel, 1978; Merzenich et al., 1983; Pia, 1985).

Ma se ci riferiamo invece al mondo della scuola ed analizziamo ciò che succede nel cervello del bambino che inizia ad apprendere, non può che sorprenderci un altro tipo di plasticità, quella che interessa la capacità d'imparare a leggere.

Secondo Dehaene (2009), nella corteccia temporale ventrale del bambino probabilmente è già presente un precursore dell'alfabeto. Si tratta di una funzione di riconoscimento degli oggetti che funziona secondo un principio combinatorio. Insieme estesi di neuroni sarebbero già in grado di codificare un preciso numero di forme, molte delle quali simili alle lettere.

L'accesso alla lettura quindi è determinato dal fatto che il sistema visivo, caratterizzato da un preciso margine di plasticità, oltre alle forme classiche è anche in grado di elaborare operazioni simili a quelle necessarie per il riconoscimento di forme nuove e particolari, come quelle delle lettere. Nelle prime fasi del processo

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

---

di apprendimento della lettura dunque, una parte del sistema si riconvertirebbe (si ricicla) per poter occuparsi del riconoscimento delle invarianti dei grafemi.

Altro fenomeno che interessa il “riciclaggio neuronale”, cioè la riconversione di alcune funzioni corticali, avviene a carico della stessa architettura cerebrale e in particolare alle connessioni del corpo calloso e conseguenti geometrie simmetriche nei due emisferi.

Si tratta di processi che interessano le modalità d’organizzazione visuo-percettiva, nonché le conseguenze della stessa su apprendimenti strumentali quali la lettura e la stessa scrittura.

Nelle prime fasi dell’apprendimento della lettura, molti alunni non presentano alcuna difficoltà, altri invece si trovano a dover fare i conti con una particolare, cioè lo “stadio speculare”. Si tratta di un periodo in cui confondono le lettere e le parole con la loro immagine speculare, quindi scrivono parole “al contrario” e le leggono senza rendersi conto dell’errore. Questa modalità è del tutto naturale poiché a quest’età, il cervello del bambino che impara a leggere obbedisce alla legge del vincolo strutturale, forza che interessa il sistema visivo grazie alla quale la percezione degli oggetti è resa simmetrica.

Retaggio questo di un’abilità originale nella nostra specie, che permetteva ad esempio di fuggire alla vista di un animale feroce, indifferentemente se il suo profilo era volto a destra o a sinistra.

Tale performance, presente in tutte le culture, di solito scompare dopo poco tempo, mentre diviene sospetta ed indicatore di possibile DSA per il nostro sistema alfanumerico, solo se è ancora presente nei primi mesi del secondo anno di scuola primaria.

Per un problema come questo, che coinvolge il percorso d’apprendimento volto all’abilità tecnica di lettura e scrittura, sono stati necessari molti anni di studi. Dalle prime posizioni teoriche di Orton (1925), alla rivisitazione delle stesse con gli studi di Corballis e Beale (1993), fino al più recente modello esplicativo della “generalizzazione per simmetria” di Olavarria e Hiroi (2003).

Quest’ultimo modello ipotizza una processazione dell’input visivo (lettere) secondo la quale i neuroni specifici delle aree occipitali visive (17 di Brodmann) degli emisferi destro e sinistro, sollecitati dal nuovo tipo di compito della lettura, di-

verrebbero alla fine consapevoli di codificare lo stesso stimolo del campo visivo (e-  
sempio la lettera P), rompendo la “simmetria speculare”.

Consapevolezza provvidenziale quindi che, risolvendo tale problema, permetterebbe l’accesso alle prassi esecutivo-motorie corrette della scrittura per la gran parte dei bambini. Tale rottura indicherebbe ancora una volta che per accedere alla lettura, il cervello trova degli ostacoli e il superamento degli stessi sarebbe appunto legato a fenomeni di riciclaggio dei neuroni delle aree corticali funzionalmente coinvolte (Dehaene, op. cit.).

Sorge ora la domanda: qual è il ruolo delle FE nei casi sopra descritti?

Una prima risposta potrebbe riferire all’includibilità dei fenotipi genetici e meccanismi sottesi che, come riportato dalle ricerche, sembrano modularsi in un continuum operativo che interessa lo sviluppo delle funzioni e strutture neurali nel bambino. Sviluppo il cui risultato è l’acquisizione di requisiti idonei per l’ appuntamento dei nuovi percorsi d’apprendimento scolastico: lettura, scrittura, calcolo.

In realtà stiamo parlando di processi di apprendimento che a quest’età, come vedremo anche più avanti, sono il frutto dei processi di sviluppo che hanno interessato non solo i diversi moduli, ma anche e soprattutto le FE. Sappiamo anche che l’acquisizione di detti prerequisiti, non avviene in modo automatico e naturale, ma è frutto di un percorso di esperienze (psicomotorie e di codifica) in cui le FE acquisiscono gradualmente livelli sempre più efficienti di controllo sui processi.

A tale riguardo, numerosi sono gli studi condotti in questi ultimi anni, per cercare d’identificare precocemente gli indicatori predittivi i disturbi specifici di apprendimento, come ad esempio la dislessia.

Un recente, interessante ed esemplificativo studio di ricerca a tale riguardo, che evidenzia specificatamente anche il ruolo delle FE sui meccanismi stessi, è il lavoro del gruppo di ricercatori del *Developmental & Cognitive Neuroscience lab* e quello del dipartimento di Psicologia Generale dell’Università di Padova (Franceschini et al. 2012).

Lo studio è stato condotto su bambini, dall’ultimo anno di scuola dell’infanzia fino alla classe seconda primaria, con lo scopo di valutare la predittività degli indici attenzionali di tipo visuo-spaziale, rispetto a possibili e future difficoltà nell’accesso all’acquisizione della capacità tecnica di lettura.

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

---

Il *test* prevedeva la somministrazione di schede, in cui erano riprodotte righe di disegni o piccoli simboli non alfabetici. L'obiettivo era di valutare la capacità cognitiva dei bambini nel compito d'isolare singoli simboli inseriti nella scheda. Infatti, i bambini dovevano cercare i corrispondenti bersagli, scorrendo le righe da sinistra verso destra, individuarli e cancellarli con un segno della matita. La natura del compito era quindi "identificazione ed estrazione d'informazioni rilevanti, con l'inibizione di quelle irrilevanti", tipica attività che sottende come abbiamo già visto nel primo capitolo un ruolo specifico delle FE.

In questo *test*, una semplice operazione di *task-analysis* ci permette d'identificare le competenze concorrenti previste: scansione seriale (che riproduce il meccanismo della lettura - codifica simbolo dopo simbolo); attenzione spaziale (per poter tener conto della collocazione di ciascun simbolo nel contesto); analisi di ogni singolo stimolo e comparazione (uguale - diverso), giudizio e risposta motoria (cancellare). Aggiungiamo poi la costanza nel mantenere tale comportamento, fino ad esaurimento del compito previsto dalla prova. Certamente per i ricercatori non erano queste le variabili osservate, bensì il numero di risposte corrette/errate per la verifica da effettuare nel tempo. Verifica che, alla fine dei tre anni di lavoro, ha evidenziato per alcuni soggetti una correlazione tra errori nel compito di attenzione spaziale visiva (risposte alle prove nulle e/o mancate risposte al bersaglio) e caduta nella *decodifica fonologica*, con problemi di lettura al secondo anno di scuola primaria.

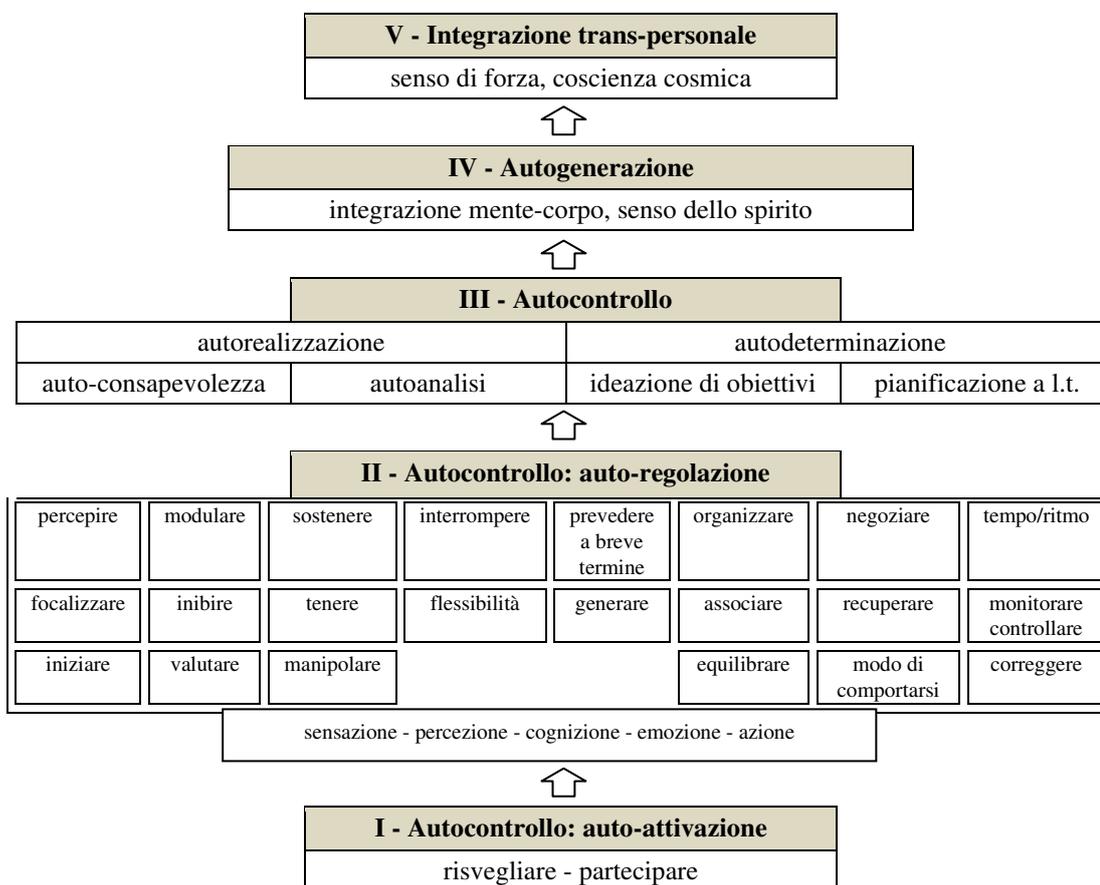
Com'è facile dedurre ed è già stato sottolineato, la riuscita in un compito come questo chiama in causa direttamente le FE, infatti il risultato che ottiene il soggetto, è direttamente proporzionale alle capacità del sistema esecutivo di attivare in modo selettivo, continuo e sistematico le diverse abilità descritte dalla *task-analysis*.

La prova pertanto configura un comportamento non automatico ma specifico, che richiede l'implementazione costante delle competenze principali delle FE, volte ad uno scopo.

### 2.3 Un modello strutturale delle FE

Si è già detto che, nonostante la crescente ricerca sulle capacità delle FE, non abbiamo un modello strutturale generale ed esaustivo, tale quindi da poter rappresentare un preciso riferimento, in una prospettiva di sviluppo cognitivo.

Ciò rende difficile delineare le caratteristiche e i confini delle diverse fasi dello sviluppo stesso, che permettano di capire e delineare gli standard funzionali in età adulta. Ma aspetto ancora più importante, poter evidenziare con precisione ciò che succede o si altera, nei casi di difficoltà di apprendimento, o nei disturbi del comportamento e patologie soprattutto in età evolutiva.



Tab. 3: il modello gerarchico di McCloskey

Un lavoro interessante, nato con l'intento di descrivere l'organizzazione delle FE, costruito sulle acquisizioni dei diversi approcci delle neuroscienze cognitive,

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

---

psicologia dello sviluppo, psicologia clinica e neuropsicologia, è stato proposto da McCloskey (2004) e configura un modello gerarchico di sviluppo, riportato schematicamente nella pagina precedente (Tab.3).

Secondo McCloskey, il modello proposto dovrebbe costituire uno strumento o modalità atta a concettualizzare l'interazione delle diverse capacità esecutive, che coinvolgono le strutture dei lobi frontali.

Il modello ci fornisce un'immagine delle FE quale struttura tassonomica, organizzata in cinque livelli di capacità. Ai primi tre livelli del modello, viene assegnato dall'autore il controllo delle funzioni quotidiane: così il primo corrisponde alla semplice funzione di auto-attivazione, (o costruito unitario), mentre il secondo livello delinea l'autoregolazione, cioè l'insieme di capacità e direttive multiple, quali principali responsabili della direzione delle attività quotidiane.

Il terzo livello invece comprende due capacità esecutive generali, ciascuna delle quali si realizza attraverso altre due funzioni subordinate:

1. realizzazione del sé attraverso l'auto-consapevolezza e auto-analisi,
2. autodeterminazione attraverso la formulazione di obiettivi e previsione/pianificazione a lungo termine.

Infine gli ultimi due livelli, rappresentano lo sviluppo delle FE atto a regolare eventi di alto profilo. Sono funzioni che orientano e dirigono le risposte ad esigenze più profonde, come ad esempio lo scopo e il senso della vita e dell'esistenza. Per l'autore si tratta di quella nozione del "sé", che coincide con il vissuto di "*unità di coscienza*" (o *integrazione trans-sé*).

Nell'analisi dei singoli livelli, l'autore descrive e fornisce le seguenti descrizioni e relativi esempi.

### 2.3.1 Primo Livello: Auto-attivazione

Questa funzione s'identifica con le capacità esecutive dell'individuo di svegliarsi dal sonno. Ci sono delle persone che possono trovare difficoltà ad alzarsi al mattino, anche dopo aver dormito otto, nove ore ogni notte.

Secondo i dati, la gran parte delle persone risvegliate da un sonno profondo, mancano di controllo esecutivo per almeno un breve periodo di tempo. In realtà, qualsiasi passaggio da uno stato inconscio ad uno conscio implica una graduale "at-

tivazione" delle FE. Si tratta quindi di un periodo di transizione, che presenta una sorta di inerzia di breve durata (5-20 m.) e che interessa sia lo stato cognitivo, sia quello motorio. La ricerca dimostra che durante tale fase, le capacità esecutive migliorano gradualmente verso livelli e parametri tipici del normale stato di veglia (Balkin, et al. 2002).

In questa fase d'inerzia, il ruolo delle capacità esecutive può essere definito come un processo non conscio, che però è orientato verso l'"accensione" dei diversi circuiti neurali che normalmente consentono l'insieme delle capacità di controllo delle FE.

### 2.3.2 Secondo Livello: Autoregolazione

A questo livello, l'autoregolazione è determinata da un numero adeguato delle componenti FE, per indicare e dirigere il funzionamento all'interno dei diversi domini ogni comprensivi di sensazione e percezione, emozione, cognizione e azione. Indipendentemente dalla consapevolezza dell'individuo, queste funzioni di autoregolazione costituiscono la base delle FE, che guidano l'individuo attraverso le diverse routine giornaliere.

Nella tabella che segue, viene riportata la descrizione dell'autore delle 23 funzioni esecutive di questo livello.

<b>Le capacità di autodeterminazione</b>
<b>Percepire</b> – Funzione di percepire gli stimoli, l'uso di processi sensoriali per acquisire informazioni dall'ambiente esterno o la consapevolezza interiore di sintonizzarsi sulle percezioni, emozioni, pensieri, o azioni in cui le stesse si verificano.
<b>Avviare</b> – Si tratta della la funzione di avviare stimoli l'impegno iniziale di percepire, sentire, di pensare o di agire
<b>Modulare / sforzo</b> – È la funzione di regolazione della quantità e l'intensità di energia mentale spesa nel percepire, sentire, pensare e agire.
<b>Calibrare</b> – La funzione calibra gli spunti di richieste (percettiva, emozionale, mentale, fisica) di un compito o di una situazione, quindi regola l'attivazione delle percezioni, emozioni, pensieri o azioni necessarie per impegnarsi efficacemente al compito o alla situazione.
<b>Focus - selettivo</b> – Si tratta della messa a fuoco di quegli indicatori atti a selezionare la direzione dell'attenzione nei confronti degli aspetti di maggior rilievo (percezioni, emozioni, ecc..) per un determinato ambiente, evento, o contenuto, e contemporaneamente ignorare gli elementi meno rilevanti o poco attinenti,

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

---

<b>Sostenere</b> – Questa funzione corrisponde a un costante impegno dei processi coinvolti nel percepire, sentire, pensare o agire.
<b>Stop-interruzione</b> – Indica l'improvvisa o immediata sospensione del percepire, sentire, ecc.
<b>Inibire</b> – La funzione di inibizione indica esistenza, di una capacità di controllo o soppressione di un primo impulso, e quindi costringe a percepire, sentire, pensare o agire diversamente.
<b>Flessibile / cambiamento</b> – Questa funzione indica un cambiamento di prospettiva o di spostamento della percezione, delle emozioni, pensieri o azioni in ragione di ciò accade all'interno dell'organismo o nell'ambiente esterno.
<b>Tenere</b> – Questa funzione indica l'attivazione dei processi cognitivi necessari per mantenere inizialmente le informazioni, quindi registrarle attraverso questo processo, in modo da permetterne la manipolazione ed eventuale successiva conservazione a seconda della motivazione o scopo dell'individuo.
<b>Manipolare</b> – La funzione di manipolare sta ad indicare l'uso della memoria di lavoro o di altri processi cognitivi, per le opportune manipolazioni di percezioni, sentimenti, pensieri o azioni che possono essere tenuti in mente.
<b>Organizzare</b> – Questa funzione descrive l'uso di routine per l'ordinamento, la sequenza e relativa organizzazione di percezioni, sentimenti, pensieri e/o azioni funzionali al miglioramento o efficienza l'efficienza di esperienze, di apprendimenti o di prestazioni.
<b>Prevedere / Pianificare</b> (a breve termine) – Indica la capacità di anticipazione le condizioni o gli eventi prossimi o futuri, come ad esempio le conseguenze delle proprie azioni, o l'eventuale impegno delle capacità necessarie per identificare una serie di percezioni, sentimenti, pensieri, e /o azioni, e il probabile esito desiderato, derivante eventualmente dalla loro realizzazione in un futuro prossimo.
<b>Generare</b> (inventare) – La funzione <i>Generare</i> indica la consapevolezza che è necessaria una nuova soluzione per la soluzione di problema presente (attuale), indica inoltre indica l'attivazione delle risorse necessarie per risolvere il problema stesso.
<b>Associare</b> – Questa funzione indica la realizzazione di associazioni che devono essere realizzate per il problema contingente, in rapporto anche le situazioni problematiche passate, indica poi l'attivazione delle risorse necessarie per generare routine associative di problem-solving.
<b>Equilibrare</b> – La funzione equilibrare indica la regolazione dello scambio tra i processi o stati opposti (es.: velocità-precisione; umorismo-serietà) al fine di potenziare o migliorare l'apprendimento o la stessa prestazione richiesta dall'ambiente.
<b>Memorizzare</b> – La funzione di registrare indica l'elaborazione che interessa percezioni, sentimenti, pensieri e azioni e relativi processi mentali in " <i>memoria</i> " per un possibile recupero in un secondo momento.
<b>Recuperare</b> – La funzione "recupero" indica l'attivazione dei processi cognitivi che hanno il compito di trovare e recuperare le informazioni precedentemente memorizzate su percezioni, sentimenti, pensieri e azioni.
<b>Ritmo</b> – La funzione " <i>ritmo</i> " indica la consapevolezza del " <i>tempo</i> " e la regolazione di velocità dello stesso, con cui percezioni o emozioni vengono vissuti o esperiti.

<p><b>Il tempo</b> - La funzione “<i>tempo</i>” indica il passaggio del tempo (ad esempio, indica l’impegno delle funzioni mentali che permettono ad una persona di avere consapevolezza per quanto tempo ha lavorato) o indica la stima del tempo per una routine (ad esempio, indica l’impegno delle funzioni mentali che permettono all’individuo di avere un senso interno del “<i>come</i>”).</p>
<p><b>Eeguire</b> - Indica l’esecuzione della sintassi corretta di una serie di percezioni, sentimenti, pensieri, e/o azioni, in particolare nei casi in cui routine automatizzate si accede o sono inizialmente in fase di sviluppo.</p>
<p><b>Monitorare</b> - La funzione indica l’attivazione di procedure adeguate per controllare l’esattezza delle percezioni, emozioni, pensieri o azioni.</p>
<p><b>Correggere</b> - Indica l’uso di routine adeguate per correggere gli errori di percezione, emozione, pensiero, o azione in base al feedback proveniente da fonti interne o esterne.</p>

**Tab. 4:** le capacità di autodeterminazione

Nella descrizione delle 23 “*funzioni esecutive di autoregolazione*” l’autore fa presente e avverte che le stesse, non solo sono distinte l’una dall’altra, ma hanno anche un grado diverso di capacità di controllo sulla realtà e comportamento. Nell’individuo pertanto si registra una notevole variazione dell’efficacia di ciascuna di queste. Per esempio, una persona potrebbe essere molto abile a selezionare il *focus attentivo* per dirigere l’attenzione, ma essere piuttosto inadeguata nel loro utilizzo, quando ad esempio il compito richiederebbe un’attenzione prolungata (McCloskey, 2007).

L’approfondimento che viene a questo punto proposto, si riferisce all’ autoregolazione e ai domini di funzionamento.

Nella figura 1, riferita al modello gerarchico, come possiamo vedere sono presenti quattro riquadri ognuno dei quali rappresenta un dominio di funzionamento: sensazione, emozione, cognizione e azione.

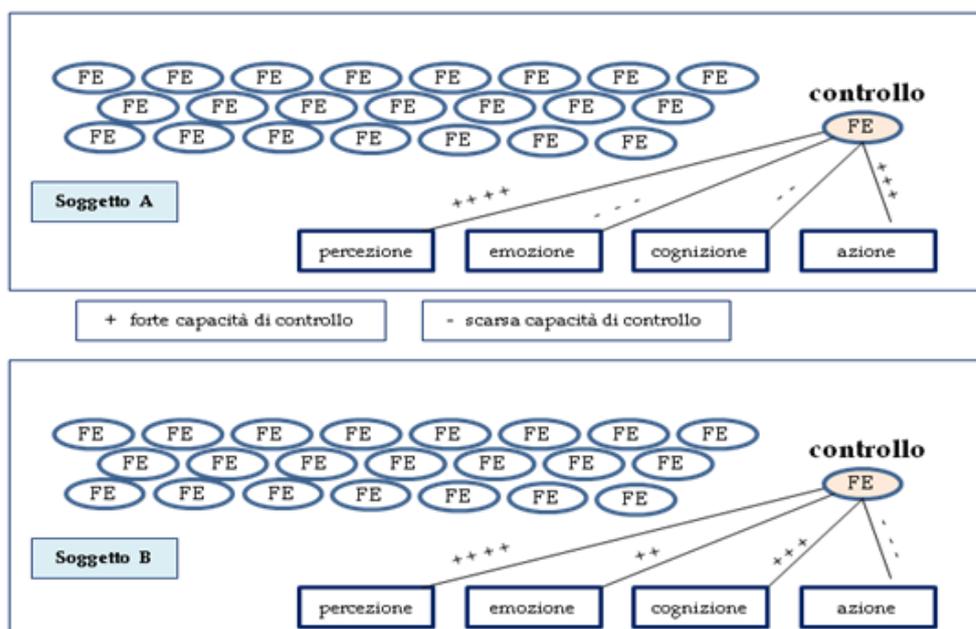
Nel modello appaiono con evidenza i fattori che indicano come noi percepiamo, sentiamo, pensiamo ed agiamo (indicati con i segni + / -). La delimitazione dei domini, ha lo scopo di evidenziare il fatto che l’autoregolamentazione, nel contesto di questi quattro domini separati, non è accessibile e funziona autonomamente.

Invece il controllo esecutivo dei domini (e relativi sottodomini) è dissociabile, cioè ogni dominio (e sottodomini) ha il suo set di controlli esecutivi.

Pertanto efficacia e impiego dei processi utilizzati per il controllo, può variare notevolmente nei quattro domini. Una persona (A) potrebbe essere molto competente nella percezione e monitoraggio delle sensazioni iniziali, come altrettanto

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

brava nel controllo delle azioni, ma meno abile invece rispetto al controllo emozionale, dei sentimenti o del pensiero. Un'altra persona invece (B) potrebbe avere buone competenze nella percezione e monitoraggio delle sensazioni iniziali, nel controllo emozionale e dei sentimenti o del pensiero, ma piuttosto scarsa nel controllo delle azioni.



**Fig.1:** esempi delle variazioni (indicanti) forza capacità per la funzione di controllo esecutivo nei quattro domini di funzionamento (McCloskey, op. cit.)

Appare chiaro quindi che, per controllare gli eventi, poi ricordare ciò che è successo in un preciso momento, la funzione di autoregolazione ha bisogno di spunti ed indicazioni. Invece per controllare sensazioni, percezioni e sentimenti, nonché a monitorare i processi di pensiero e azioni, si ha l'azione di indicatori separati.

Rispetto all'autoregolazione, la tabella che segue riporta un'analisi esemplificativa di comportamenti "problematici" di un allievo tipo (es.: Rossi Antonio), codificati per domini specifici di funzionamento, e che illustrano e riflettono comportamenti e tipi specifici di difficoltà nell'autoregolazione.

## 2.3 Un modello strutturale delle FE

Soggetto: <i>Rossi Antonio</i>	Auto-regolazione	Dominio
Il soggetto impiega molto tempo per attivarsi, fare delle cose	Avviare	Azione
Ha difficoltà " <i>dimensionamento</i> " su ciò che richiede e comporta un compito; spesso pensa che i compiti assegnati siano più semplici di quanto poi in realtà si rivelano; spesso poi credendo di aver eseguito bene un compito, quando in realtà lo ha fatto molto male.	Stimare (scartamento)	Percezione Comprensione Azione
Presenta difficoltà ad applicare la giusta quantità di sforzo per riflettere o eseguire i compiti scolastici; spesso poi ritiene che il proprio impegno sia stato sufficiente mentre in realtà si è dimostrato inferiore al necessario.	Modulare	Comprensione Azione
Quasi sempre ha difficoltà a terminare l'attività per lui interessante in cui è impegnato; difficile quindi "cambiare marcia" per rispondere alla richiesta del genitore di eseguire i compiti scolastici assegnati per casa	Interrompere/alt cambiare/ flessibile	Azione
Dimostra diverse difficoltà organizzative per le attività scolastiche: tenuta del diario, annotazione dei compiti da fare, programmare "organizzarsi" per svolgere i compiti scritti, o studiare, tenere aggiornati gli appunti, curare i libri e quaderni, penne, matite, ecc.	Organizzare	Comprensione Azione
Tende fidarsi della sua memoria su ciò che viene spiegato a scuola, piuttosto che prendere appunti; non esegue controlli dell'occorrente per le prove di verifica; i suoi ricordi delle spiegazioni non sono organizzati sufficientemente per effettuare risposte adeguate alle domande, nei riguardi di dettagli, soprattutto quelle a scelta multipla.	Scartare Tenere Manipolare Memorizzare Eseguire	Comprensione
Scarsa è la sua capacità di pianificazione, a breve e lungo termine, per ottemperare ai compiti scolastici. Inizia i compiti, poi si accorge che gli manca qualcosa per eseguirli. Nello studio spende un sacco di tempo, occupato a cercare i materiali che gli servono per i compiti. Si dimentica spesso di portare a casa i libri che gli servono per completare i compiti.	Prevedere/ pianificare	Comprensione

**Tab.5:** analisi semplificativa

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

---

### 2.3.3 Terzo Livello: Autorealizzazione e Autodeterminazione

Il terzo livello proposto del modello delle FE, configura l'azione di processi che si estendono oltre la semplice autoregolazione: l'autorealizzazione e l'autodeterminazione.

Essere in grado di dirigere e indicare l'uso delle capacità esecutive d'autoregolazione richiede ad una persona di essere consapevole di ciò che sta facendo, ma anche come lo sta facendo. Per un individuo può essere possibile vivere giorno dopo giorno e non impegnarsi mai realmente in atti ed impegni connessi all'autorealizzazione, se non all'interno di qualche vago interesse per ciò succede momento per momento attorno a sé.

Per poter percepire attimo dopo attimo sensazioni, emozioni, pensieri ed azioni, ed essere consapevole di poter autoregolare la propria vita, con la coscienza di poter utilizzare le esperienze efficacemente e riflettere su tutto ciò in modo da ricavarne consapevolezza, è indispensabile l'impegno attivo da parte di specifici circuiti neurali, che interessano, come abbiamo già ricordato, settori dei lobi frontali.

Più il percorso di queste vie neurali diviene organizzato e stabile, cioè cablato, maggiore è la possibilità di pervenire alla costruzione e sviluppo di un senso del sé. Senza tale "senso" è difficile, se non impossibile per una persona sviluppare un qualsiasi senso degli altri.

Com'è noto, soggetti con diagnosi di autismo e asperger, in genere sono molto carenti nelle FE legate allo sviluppo della consapevolezza di sé, e di conseguenza presentano problemi nell'acquisire la consapevolezza del sé degli altri. Tali carenze sono state affrontate e trattate da diversi autori, all'interno di una teoria esplicativa importante, cioè la "teoria della mente". Questa teoria configura il nascere e lo svilupparsi, in ogni individuo, della capacità di capire gli altri in termini di "stati mentali", cioè attribuire al prossimo stati interni (pensieri, desideri, credenze, ecc.) uguali ai propri, quindi di poter prevedere il proprio comportamento e quello altrui, sulla base di tali stati (Klin, Volkmar, e Sparrow, 2000; Atwood, 2007).

La consapevolezza del sé, come tutte le altre capacità delle FE, segue una traiettoria precisa: età cronologica - sviluppo. Pertanto è necessario tener presente, che solo il coinvolgimento delle funzioni di auto consapevolezza, esercitato adeguatamente nel corso del tempo, permette e facilita l'emergere della capacità d'autoanalisi. Questa capacità sostiene e consolida la riflessione sulle percezioni,

emozioni, pensieri e azioni, irrobustendo la pertinenza e qualità delle decisioni sul proprio operato.

È possibile ritenere che una maggiore consapevolezza di sé, unitamente ad auto-analisi, sia in grado di aumentare e consolidare in un soggetto le capacità di autoregolazione. Tale incremento può essere favorito da FE efficaci, tuttavia lo stesso non dipende necessariamente dallo sviluppo di una particolare o di tutte le 23 funzioni esecutive di autoregolazione.

Una persona può essere molto carente in una o più di dette funzioni, e di esserne anche consapevole, così come alcune di tali carenze possono ostacolare e rendere difficile la consapevolezza del sé e le capacità di auto-riflessione.

Se alla persona manca quasi del tutto la capacità d'inibire impulsi per sentire e pensare e nel contempo non è in grado di produrre un'attenzione sostenuta, anche minima nei confronti di percezioni, sentimenti, pensieri, o azioni, le risulterà molto arduo impegnarsi in qualsiasi forma di auto-riflessione o auto-analisi, operazioni che richiedono per l'appunto la dedica di un certo tempo.

Come riportato nella Fig. 1, l'autodeterminazione è un processo particolare. È facile che una persona viva tranquillamente giorno dopo giorno, senza dover mettere in atto precisi comportamenti di *autorealizzazione*, questa funzione infatti non richiede azioni di autoregolamentazione né si pone obiettivi o risultati autodeterminati, se non risposte immediate o contingenti.

Agire in modo *auto-determinato* invece, richiede la pianificazione di obiettivi a lungo termine, quindi una formulazione di piani e progetti in previsione di ciò che si vuole raggiungere nel tempo, più che non nell'immediato presente.

La capacità esecutiva legata all'autodeterminazione, comporta la valutazione della congruità delle iniziative di autoregolazione comportamentale volte al raggiungimento di obiettivi scelti personalmente. In tale contesto il soggetto però è in grado di valutare anche l'opportunità di una scelta, che prevede la rinuncia ai benefici immediati, e lo impegna nel contempo a lavorare per potenziali benefici migliori, anche se acquisibili nel lungo periodo.

A livello pratico, capacità esecutive d'autodeterminazione impegnano il soggetto in un'azione di monitoraggio e rivisitazione degli obiettivi, nonché delle istanze che spingerebbero per la soddisfazione personale, in tempi più ravvicinati e immediati.

## **2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione**

---

Lo sviluppo di tale capacità pertanto è direttamente proporzionale a tale monitoraggio, chiama in gioco il controllo sui desideri di gratificazione, ma è anche dovuta allo sviluppo regolare ed armonioso, come già sottolineato, di alcune aree specifiche dei lobi frontali.

### **2.3.4 Quarto Livello: Autogenerazione**

I tre livelli fin qui analizzati, descrivono il modo in cui esercitare controllare percezioni, sentimenti, pensieri e azioni della vita quotidiana, cioè i dati dell'esistenza giorno dopo giorno. Per tutti però la vita prima o poi sollecita delle domande piuttosto rilevanti sulla natura dell'esistenza stessa: perché esisto?, qual è il fine?, la vita ha uno scopo?, così via.

L'esecutivo di questo livello, quando effettivamente è attivato, dà inizio ad indagini sulla natura dell'esistenza, sullo scopo della vita e come questa viene vissuta, attiva un'operazione di speculazione mentale che può considerare la possibilità dell'esistenza di un essere superiore (Dio), di una mente o una forma di coscienza esistenti oltre il piano fisico.

Si tratta della scoperta di un livello particolare, quello metafisico che spesso angoscia, forse più del necessario, determinando l'accesso a speculazioni particolari.

Il desiderio di fornire delle risposte a tali quesiti spesso apre la via a percorsi spirituali e/o filosofici accompagnati da connotazioni emotive, ma che possono far accedere la persona al desiderio di aderire a principi (etici, morali o religiosi) che guidano la stessa vita. Ciò comporta per il soggetto il cimentarsi proprio sui codici di comportamento etico, azione che richiede controllo su istinti e passioni.

A livello collettivo si registra anche l'impegno che vede più soggetti a cimentarsi e sforzarsi di aderire a comportamenti etici, a desiderare per tutti il benessere, la giustizia, ma anche a spendere energie personali per il raggiungimento di obiettivi di valore.

Il fatto della descrizione di questo IV livello, potrebbe porre delle perplessità sull'opportunità d'inserire l'autogenerazione nel modello delle FE. Si sostiene però l'esistenza di validi motivi, che si fondano su determinate acquisizioni delle neuroscienze, secondo le quali la capacità nell'uomo di porsi queste domande dipende dal fatto che la stessa capacità (esigenza), è iscritta in alcuni circuiti neurali dei lobi frontali (Greene et al. 2001; e 2004; Newberg et al. 2001; Fabbro, 2010).

In secondo luogo si sa che la posta in gioco di queste domande è enorme ed ha un impatto preciso su molti aspetti della vita della persona. Infatti a seconda dei diversi orientamenti e risposte che l'individuo dà a se stesso quale senso ultimo dell'esistenza, possono venir messe in gioco in modo diverso le competenze e risorse dei livelli inferiori fin qui analizzati. (Frankl, 1984 ; Wilber, 1995, 1997, 2000).

Alla stregua del funzionamento di altri livelli di autocontrollo, le capacità di auto-generazione possono emergere indipendente delle capacità di altri esecutivi, e possono essere impegnate, con vari gradi di efficacia, indipendentemente dallo stato di sviluppo delle altre capacità.

### 2.3.5 Quinto livello: Autointegrazione

A seconda di ciò che una persona si è data come risposta alle domande sul senso o lo scopo della vita e dell'esistenza, le stesse costituiscono una piattaforma per l'attivazione di stati di coscienza e attività che possono volgere verso la realizzazione del senso del sé. Tuttavia il senso del sé autonomo, è solo uno *stato-illusione*, generato dal cervello fisico.

Infatti molte persone hanno comportamenti fortemente determinati a vedere oltre l'illusione del sé e dare un assaggio di quello che sembra essere l'aldilà.

Questi sforzi di vivere "*verità ultima*" o la "realtà oltre la realtà" spesso portano a quello che la tradizione mistica del mondo indica come *coscienza dell'unità*.

Studi su bambini e giovani adulti dimostrano per queste età scarse attivazioni nei lobi frontali, rispetto e a confronto con quelle dello "status corticale" che invece è stato precedentemente descritto in soggetti d'età più matura o avanzata.

## 2.4 FE e problemi d'apprendimento

Da sempre uno dei problemi centrali dell'attività d'insegnamento scolastico, interessa le difficoltà che gli allievi possono incontrare e presentano, sia sul piano cognitivo che su quello comportamentale. Ancora più pressanti sono i problemi legati alla presenza di soggetti con handicap, e di recente ciò che concerne l'impegno per organizzare una didattica rispondente ai bisogni di soggetti con DSA (Legge 170/2010).

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

---

In questo senso gli studi sull'autoregolazione e coinvolgimento delle FE nello sviluppo delle abilità scolastiche e i metodi di valutazione per identificare le difficoltà delle funzioni stesse, hanno avuto di recente uno sviluppo consistente.

Particolarmente importanti per tale analisi, sono gli studi che in questi ultimi anni hanno messo in luce il rapporto FE e disturbi dell'apprendimento (Berninger & Richards, 2002), ugualmente quel numero considerevole di lavori di ricerca finalizzati a capire la relazione FE e sindromi particolari, come ad esempio l'ADHD o l'autismo.

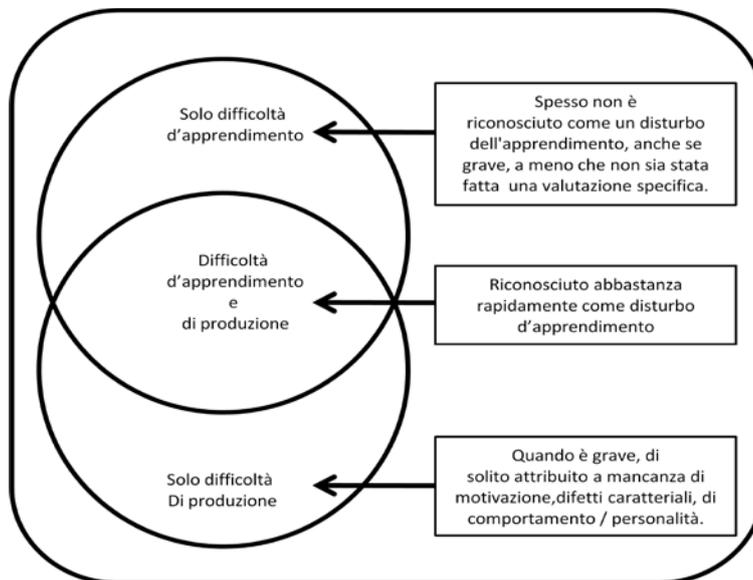
In questa parte del lavoro, per la relazione con la sperimentazione di questa tesi, vengono presi in esame unicamente alcuni dati di rilievo sottesi all'elaborazioni cognitive, difficoltà e ruolo delle FE.

La prima considerazione che ci permette di affrontare il problema, pretende l'avvio da un'analisi puntuale sul concetto di disabilità cognitiva e disabilità di produzione. La distinzione risulta opportuna, poiché intende delineare il tipo e il ruolo degli processi elaborativi, quali manifestazioni nel funzionamento della mente negli apprendimenti scolastici, legati a difficoltà nelle FE (Denckla, 1996).

L'analisi della causa sottesa alla dislessia fonologica, può risultare esemplificativa per cogliere il significato di difficoltà di apprendimento. Il compito di lettura proposto all'allievo è ostacolato dal fatto che questi presenta difficoltà di elaborazione di sub-unità di suono di una parola. In questo caso il percorso dell'allievo, volto all'acquisizione della capacità tecnica di lettura, risulta piuttosto tortuoso, così come anche illustrato nell'esempio riportato all'inizio di questo capitolo.

È importante però tener presente anche che, mentre un allievo che presenti dislessia evolutiva di tipo fonologico, può anche presentare difficoltà a livello di funzione esecutiva, la stessa di per sé non è la causa di problemi d'apprendimento.

L'esempio è calzante anche perché i soggetti con dislessia, sono allievi che presentano capacità cognitive nella norma (Q.I. entro due DS). Infatti in caso contrario, il deficit non viene diagnosticato come DSA ma quale deficit di rilievo strettamente dovuto a problemi cognitivi, quindi deficit di base dei processi mentali.



**Fig. 2:** un modello generale per illustrare difficoltà di apprendimento e produzione

Per procedere ad una distinzione nel campo dei problemi dell'attività scolastica, nella figura sopra viene proposto un diagramma formato dall'intreccio di due cerchi, che illustrano la sovrapposizione concettuale tra apprendimento e difficoltà (McCloskey et al. 2009)

Gli allievi che si trovano nella parte superiore, dimostrano un uso efficace delle capacità esecutive in molte aree e ciò permette loro un profitto scolastico apprezzabile. Secondo la normativa del nostro paese, possono però essere segnalati e ricevere attenzioni e interventi didattici particolari da parte dell'insegnante (v. Legge 170/2010) per un difficoltà specifica, quale ad esempio la dislessia evolutiva fonologica, a causa della quale presentano problemi nell'apprendimento della lettura.

Nella parte d'intersezione dei cerchi, sono iscrivibili soggetti che presentano disturbi dell'apprendimento, talora gravi, per i quali viene fatta una valutazione diagnostica seguita da una certificazione cui seguono provvedimenti ed interventi specifici (es.: L.104/92).

La caratteristica degli allievi che si trovano nella parte bassa dell'ovale del diagramma non presentano difficoltà d'apprendimento di per sé, e ritardi o carenze sono correlabili alle FE per cui necessitano di particolari attenzioni da parte di insegnanti e genitori. Scarso profitto scolastico, che si manifesta nelle produzioni scritte ad esempio, non sottendono carenze di comprensione ma più facilmente a scarsa

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

---

motivazione nei confronti di tali compiti o di fattori che coinvolgono controlli più sistematici delle FE. Un esempio significativo può essere la presenza di quadri sindromici quali ADHD o ADD, con tutto ciò che consegue a livello di gestione dei propri comportamenti.

### 2.5 Modalità e strumenti per la valutazione delle FE

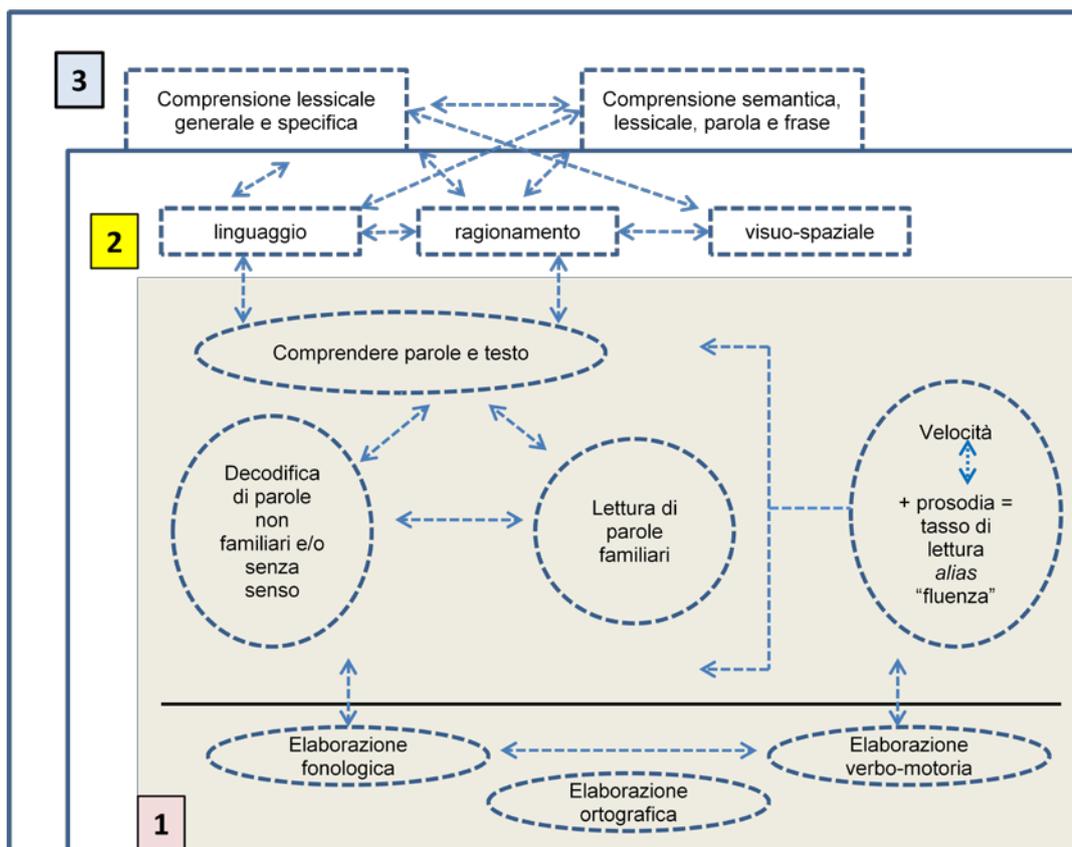
Com'è stato evidenziato, il ruolo esercitato dalle FE nei processi di apprendimento, nel nostro caso soprattutto quelli delle abilità strumentali di base (letto-scrittura, calcolo, ecc.) ha una rilevanza particolare, come per la pianificazione e realizzazione di comportamenti consoni ai diversi compiti e *setting* di apprendimento. Ci si riferisce in particolare all'allocazione attentiva, alla memoria di lavoro, a quella procedurale e ad altre ancora, sia nell'attività in aula, sia per quelle di studio e approfondimento personale.

Per valutare l'impatto e ruolo delle disfunzionalità delle FE, e la conseguenza delle stesse nell'apprendimento scolastico, può essere utile un quadro di riferimento comunemente utilizzabile. Quello che segue propone definizioni pertinenti e condivisibili delle capacità cognitive che entrano in gioco negli apprendimenti di letto-scrittura e calcolo (vedi tabella sotto).

<b>Abilità (competenze)</b>	Si tratta di molteplici capacità mentali di carattere generale, che favoriscono apprendimento e profitto. Deficit registrabili nelle stesse riducono l'apprendimento e la produzione dell'allievo.
<b>Processi</b>	Si tratta di passi obbligati connessi alla possibilità di acquisire capacità specifiche. Deficit di processo ostacolano l'apprendimento anche se diagnosi e interventi precoci, nel corso dello sviluppo, possono ridurre gli effetti negativi.
<b>Abilità</b>	Si tratta di specifiche routine e competenze apprese, le quali vengono utilizzate unitamente ad altre abilità, processi, lessici e strategie per eseguire operazioni o aumentare la memoria attraverso l'acquisizione di nuove conoscenze.
<b>Lessici</b>	Sono basi di conoscenza da cui è possibile recuperare e utilizzare informazioni per comunicare apprendimenti o elaborati specifici.

**Tab. 6:** definizioni

Quale dimostrazione dell'utilità del quadro di riferimento stesso con le specificazioni sopra riportate, nei lavori di ricerca sull'assessment delle FE, gli autori propongono uno schema in cui viene applicato il modello per rappresentare l'intreccio dei processi per la lettura (vedi figura sotto).



**Fig. 3:** modello integrativo di “Definizione, Processi, Abilità e Lessico” per la lettura (McCloskey et Al. 2009)

Ruolo e coinvolgimento delle FE nel processo di lettura vengono rappresentati con modalità specifiche. Ogni capacità mentale è racchiusa all'interno di una forma che ne denota la funzione sia come capacità, processo, competenza, o lessico. Le linee tratteggiate racchiudono tali capacità, nonché gli spunti della funzione esecutiva necessari per l'impegno effettivo di ciascuna componente. Le frecce poi indicano le interazioni sequenziali tra le varie capacità, quindi rappresentano una sorta

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

di coordinate multi processuali delle FE, necessarie perché il processo di lettura possa aver luogo.

Nel caso in cui registriamo problemi di lettura, come si può dedurre dallo schema, questi possono essere determinati, se non anche aggravati, dall'inadeguatezza, inefficacia o incoerenza delle FE che dirigono tutti aspetti del processo di lettura. Gli effetti possono manifestarsi come difficoltà di riconoscimento delle parole, di decodifica delle stesse nel caso in cui sono di bassa frequenza d'uso, rallentamento nella traduzione grafema-fonema e/o scarsa comprensione.

Per entrare in alcuni dettagli esemplificativi, è possibile anche evidenziare gli spunti delle FE per ogni singola capacità cognitiva coinvolta nel compito di lettura. La delimitazione che segue ne indica solo quelli più probabili del processo stesso.

<b>Indicatori dell'abilità di lettura</b>	
Descrizione di riconoscimento della parola	Focalizzazione/selezione, percezione, inibizione, recupero, monitoraggio, correzione
Descrizione della decodifica della parola	Focalizzazione/selezione, percezione, inibizione, recupero, monitoraggio, correzione
Descrizione della velocità di lettura	Ritmare, recuperare, sostenere, monitorare, armonizzare
<b>Descrizione della comprensione di lettura</b>	
Riconoscimento della parola	Focalizzazione/selezione, percezione, inibizione, recupero, monitoraggio, correzione
Decodifica della parola	Focalizzazione/selezione, percezione, inibizione, recupero, monitoraggio, correzione
Velocità di lettura	Ritmare, recuperare, sostenere, monitorare, armonizzare
Accesso e coordinazione dell'uso delle competenze e dei lessici	Indicare, modulare, sostenere, flessibilità/cambiamento, generalizzazione/associazione, richiamare

**Tab. 7:** indicatori e descrizioni

Ugualmente le FE giocano un ruolo di unico regolatore di più capacità mentali in gioco quando trattasi delle decodifica di parole a bassa frequenza d'uso e sconosciute al lettore. In questo caso l'allievo non dimostra deficit nella decodifica, piut-

tosto un rallentamento dovuto al mancato aiuto della rievocazione mnemonica del significato della parola stessa.

Così in prove di velocità sappiamo che le FE devono assicurare un'elaborazione multipla (multi processualità) cioè un'elaborazione ortografica orale veloce, guidata da ritmo, recupero, mantenimento, controllo, correzione e armonia locutoria. La collezione di tali abilità devono lavorare in armonia, per garantire che il lettore possa mantenere un tasso costante di produzione, con il massimo di velocità e correttezza.

Ancora più complessa è la comprensione del testo, che si declina in diversi livelli: dalla comprensione lessicale, a quella inferenziale, dalla critica a quella estetica e così via.

## 2.6 Prove per abilità scolastiche: valutare la lettura

Un settore applicativo interessante, da cui ricavare dati sull'adeguatezza di strumenti volti ad indagare l'efficienza delle FE è quello degli apprendimenti scolastici. Anche in quest'ambito sono stati registrati in questi ultimi anni, incrementi sia a livello di ricerca che di produzione di strumenti valutativi.

I lavori di Krasnegor (1996), Berninger & Richards (2002) e Lynn Meltzer (2007) ne costituiscono un esempio. L'analisi dei diversi contributi, evidenzia le strategie utilizzate per accedere ai meccanismi e alle componenti di diversi processi, come quelli che interessano l'area della lettura e la relazione con le FE. Si tratta di passi importanti verso acquisizioni che, non essendo esaustive, fanno intravedere ulteriori scenari, stimolando in tal modo la stessa ricerca.

Ugualmente sul piano applicativo, la produzione è ricca e consistente, ne è un esempio la descrizione scelta e riportata nella tabella 8.

Sul tema, anche nel nostro paese si è potuto registrare un interesse preciso con la promulgazione della già citata Legge che interessa i disturbi specifici di apprendimento (L. 170/2010).

Alla lettura viene assegnato un ruolo importante per la formazione della persona, ciò è dovuto essenzialmente dal fatto che la stessa, riveste un'importanza particolare per accedere ai contenuti delle diverse discipline, oltre alla funzione generale che ha per la vita di ogni giorno. Studi e messa in opera di metodologie e strumenti di

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

valutazione, sono stati gli obiettivi di molti lavori, finalizzati a fornire strumenti per controllare le *performances* in termini di velocità, correttezza e comprensione (Prove MT; MT2, Cornoldi, Colpo)

<b>Prove per la valutazione delle capacità di lettura</b>	
<b>Lettura di una parola</b>	KTEA-II: Letter and Word Recognition Subtest; KTEAT-I: Non-sense Word Decoding Subtest,
	WJ-III: Letter/Word Identification Subtest; WJ-III: Word Attack Subtest
	WIAT-II: Pseudoword Decoding Subtest; WIAT-II: Word Reading Subtest
<b>Lettura di un testo</b>	
velocità e automaticità	WJ-III: Reading Fluency Subtest; TOWRE: Test of Word Reading Efficiency
comprensione	KTEA-II: Reading Comprehension Subtest
	WIAT-II: Reading Comprehension Subtest
	WJ-III Passage Comprehension Subtest
	WJ-III Passage Comprehension Subtest

**Tab. 8:** prove di valutazione “capacità di lettura”

### 2.7 Strumenti di valutazione e fattori contestuali

A conclusione di quanto fin qui analizzato, vanno evidenziati alcuni criteri operativi per gli studi in questo settore. Nel passato, le valutazioni cliniche sulle FE sono divenute prassi operativa, con il limite già ricordato che la produzione ed uso di strumenti diagnostici era circoscritta all’età adulta.

In seguito e soprattutto in questi ultimi anni, i lavori sulle capacità cognitive nella prima e seconda infanzia, ma anche nell’adolescenza in ragione dei mutamenti che in questo periodo interessano direttamente i lobi frontali, il settore clinico ha registrato l’apporto di strumenti di valutazione, caratterizzati da adeguata standardizzazione. Nella tabella seguente, vengono elencati quelli comunemente utilizzati.

## 2.7 Strumenti di valutazione e fattori contestuali

Batterie e test comunemente utilizzati per la ricerca del settore	
nome	funzioni - abilità
Delis-Kaplan Executive Functions Scale (D-KEFS)	funzioni esecutive centrali
NEPSY e Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB)	sviluppo neuropsicologico
Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome in Children (BADSC)	abilità esecutive
BVN 5-11	sviluppo neuropsicologica (5-11 a)
Matching Familiar Figure Test (MFFT)	percezioni figure famigliari
Test delle Campanelle	attenzione sostenuta
Prova di Lurija	memoria a breve termine
Go/No-Go	inibizione della risposta
Stroop Color-Word Test	processi d'inibizione
Continuous Performance Test (CPT)	attenzione visiva sostenuta
Wisconsin Card Sorting Test (WCST)	abilità di ragionamento astratto
Trail Making Test	pianificazione spaziale
Torre di Londra (TO)	pianificazione, processi decisionali
Twenty Questions Test (TQ T)	cognitivo comportamentale
Rey Complex Figure (RCF)	abilità visuo-spaziali
California Verbal Learning Test (CVLT)	competenze memoria verbale

**Tab. 9:** batterie e test usati frequentemente

Tenuto conto della molteplicità dei fattori che contribuiscono ai diversi modi in cui si attiva il ruolo delle FE, per i lavori volti specificatamente alla misurazione delle *performances* e abilità legate all'apprendimento, appare indispensabile un approccio multi-dimensionale e multi-metodico. In particolare si sostiene la necessità che gli strumenti stessi siano in grado di determinare e misurare l'effettivo apporto delle FE su dimensioni quali percezione, pensieri, sentimenti e azioni legate al mondo dell'allievo, nonché gli stessi mezzi d'interazione comunicativa.

In tale contesto, risulta importante che analisi e misurazioni possano rilevare i seguenti fattori contestuali:

- il livello in cui le FE possono venir utilizzate consapevolmente o meno, per regolare le funzionalità (atteggiamento mentale);

## 2. Le funzioni esecutive: modello e valutazione

---

- se l'utilizzo delle stesse varia in seguito a suggerimenti auto-motivati (auto-generati dal soggetto) oppure da altri fattori legati a circostanze esterne (ambiente, stimoli specifici, ecc.);
- l'età del soggetto e stadio di sviluppo correlati alle capacità attese del periodo stesso, che possono favorire efficienze diverse nelle FE;
- se i problemi di controllo esecutivo sono specifici e situazionali, oppure se sono indispensabili anche in una gamma di situazioni più vasta (generalizzazione del controllo);
- la fluttuazione o meno nell'impegno di controllo delle FE, in termini di energia impiegata e ciclicità di eventuali fluttuazioni;
- le modalità e possibilità del soggetto ad usare più d'una capacità delle FE.

I diversi problemi ed elementi fin qui evidenziati, dimostrano quindi la specificità, l'importanza e l'articolazione delle FE nei diversi contesti della vita, in particolare in quelli degli apprendimenti e del comportamento in età evolutiva.

### 2.8 Conclusione

Nell'analisi eseguita in questo capitolo, si è voluto orientare il *focus attentivo* sulla tipologia e le caratteristiche che gli strumenti di valutazione delle FE dovrebbero possedere, per essere in grado di mettere in luce capacità e relativi livelli d'elaborazione e processazione delle informazioni da parte dei sottodomini operativi: attenzione, elaborazione visuo-spaziale, ragionamento, linguaggio, ecc. Si tratta come visto, di elementi che durante lo svolgimento dei diversi compiti, possono avere un impatto su specifiche capacità e relativi apprendimenti.

La proposta di modelli, come quello che è stato oggetto d'attenzione e analisi, concorrono alla comprensione di processi che per loro natura sono complessi e per certi versi ancora poco conosciuti, soprattutto se si fa riferimento alle disabilità di diversa natura, ai comportamenti disadattivi e/o a sindromi particolari.

Elementi ed articolato della processazione delle informazioni, sono diretti dalle FE durante il loro realizzarsi nelle diverse attività.

Dalle ricerche sembra che tale “direzione”, oltre a rivestire un ruolo centrale per le routine, possa determinare alternativamente, e a seconda di condizioni e fattori diversi, un impatto determinante sull’apprendimento e comportamento.



# 3

## La piattaforma gestionale

### 3.1 Introduzione

Con questo capitolo si iniziano a descrivere i software sviluppati, frutto del percorso di ricerca e che, nel loro insieme, formano la “Batteria FE”. L'impianto è strutturato in quattro moduli che costituiscono unità, il *software* gestionale, attraverso il quale viene organizzata la batteria dei reattivi e vengono raccolti i dati per la valutazione delle singole abilità funzionali.

I moduli sono:

- modulo *progetti-attività*
- modulo *anagrafica*
- modulo *sessioni*
- modulo *factory*

Tutti i dati derivanti dalle performances, assieme alle annotazioni sulle finalità e strategie applicate, confluiscono in singole unità leganti chiamate “*progetto / attività*”. Le attività sono organizzate in sessioni di assessment che vengono di volta in volta implementate attraverso la selezione e parametrizzazione delle *prove* (in base alle specifiche esigenze), e la selezione ed associazione dei soggetti da esaminare (gli utenti).

### 3. La piattaforma gestionale

---

Il sistema è supportato da un archivio (database) che permette l'accesso ai dati anagrafici degli utenti e consente di strutturare i “gruppi campione” progettati. L'operatore potrà scegliere se somministrare i *test* ad un singolo soggetto o ad un intero gruppo, correlandone poi i risultati. Nel corso del tempo, le collezioni di tutte le registrazioni di performances vanno ad arricchire quindi la banca dati, i cui archivi sono sempre consultabili. I dati raccolti possono quindi essere utilizzati per il monitoraggio dei miglioramenti / decadimenti o per finalità di ricerca.

Per capire meglio la differenza tra *software* gestionale (piattaforma) e gli altri software del sistema, è necessario specificare che i singoli *test* della batteria, sono programmi sviluppati in modo autonomo<sup>2</sup>, sia tra di loro sia rispetto il gestionale, e vengono collegati alla stessa piattaforma per mezzo di un semplice protocollo di scambio dati.

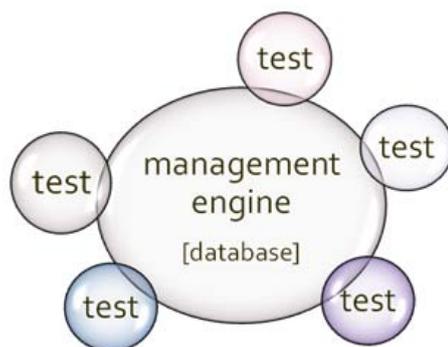


Fig. 4: modello dell'impianto piattaforma/test

Grazie a questa strategia progettuale, in qualsiasi momento e per qualsiasi esigenza metodologica o teorica, l'utilizzatore potrà predisporre e collegare nuovi *test* (software) seguendo delle semplici procedure.

L'integrazione al “pacchetto batteria” di un nuovo file eseguibile, avviene infatti solo indicando, attraverso un “documento-protocollo<sup>3</sup>”, le caratteristiche e le tipologie dei dati da registrare (e.g. la percentuale d'errore, il tempo impiegato, le omissioni, i falsi positivi, medie, deviazioni standard, ecc.) e i parametri psicometrici

---

<sup>2</sup> Possono essere sviluppati anche con tecnologie diverse.

<sup>3</sup> In informatica il termine protocollo indica l'insieme di regole convenzionali che disciplinano il funzionamento di un sistema di comunicazione.

settabili (e.g. il numero di item, i tempi di esposizione stimoli, le figure o suoni utilizzati, i controller utilizzabili, ecc.).

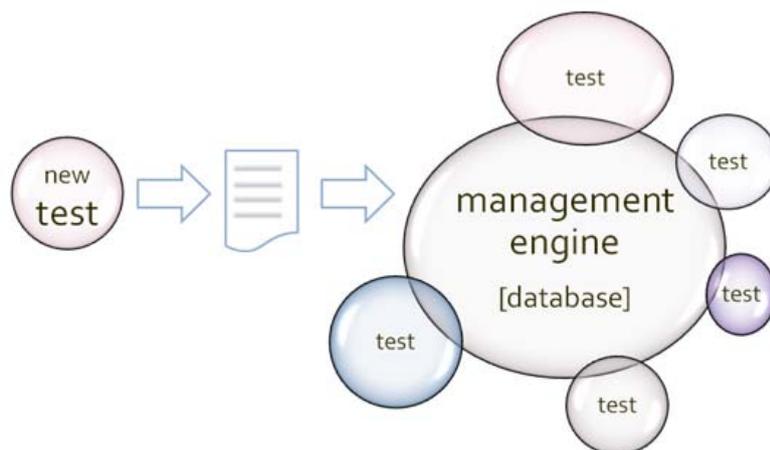


Fig. 5: modello di collegamento con protocollo

### 3.2 I moduli

Come già indicato il software gestionale è costituito da quattro moduli:

- il modulo *progetti-attività*, per l'organizzazione di tutte le attività avviate. Comprende anche le aree per la compilazione di dati generali e progettuali;
- il modulo *anagrafica*, per l'accesso e le modifiche nell'archivio utenti: dati anagrafici, annotazioni, patologie, *keywords* di ricerca, e altro;
- il modulo *sessioni*, per la gestione delle sessioni attivate nei progetti/attività. Associa il soggetto o il campione, ai *test* da utilizzare, permette la ri-parametrizzazione psicometrica dei *test* collegati e la registrazione di annotazioni operative e dei risultati;
- il modulo *factory* per l'interfacciamento tra il software gestionale e i software (*test*) appartenenti alla batteria. Sezione del programma che permette di ampliare la batteria con nuovi *test* e strumenti.

Di seguito vengo esaminate le caratteristiche di ogni singolo modulo.

### 3. La piattaforma gestionale

#### 3.2.1 Il modulo progetti-attività

È il modulo atto alla costruzione dei nuclei leganti di tutte le attività del progetto, sia quelle con finalità diagnostiche, sia quelle dedicate alla ricerca. Si tratta della prima sezione che l'operatore si trova a compilare quando vuole iniziare un nuovo ciclo di sessioni. Come si può notare nella figura seguente, l'area è strutturata in *schede* allo scopo di migliorarne l'organizzazione.

Ad esempio, per predisporre una serie di sessioni di monitoraggio e mantenerne uno storico confrontabile nel tempo, l'operatore potrà creare un *record progetto-attività* compilando solo i dati generali, quali nome identificativo, la data d'inizio e un'eventuale breve descrizione.

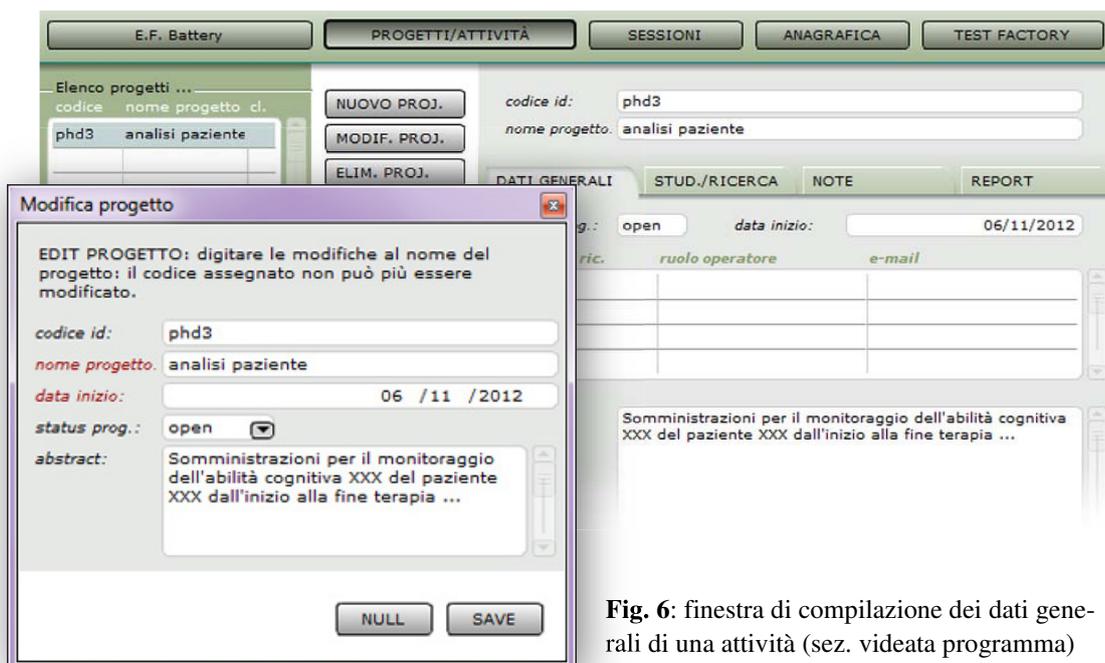


Fig. 6: finestra di compilazione dei dati generali di una attività (sez. videata programma)

Diversamente, se si tratta di sessioni riferite ad una ricerca, il gruppo di lavoro potrà creare l'unità *progetto* ed inserire, assieme ai dati identificativi generali, tutte quelle informazioni ritenute necessarie ad inquadrare l'attività, quali un *abstract* con la descrizione degli obiettivi e dei compiti dell'unità di ricerca, il settore di riferimento, le parole chiave, lo stato dell'arte, i riferimenti bibliografici, i tempi stimati, lo status<sup>4</sup> attuale ed altro ancora.

<sup>4</sup> Stato di progetto "in corso" (open) o "ultimato" (close)

ELIM. PROJ.

COMPILA

SAVE

NULL

DATI GENERALI    **STUD./RICERCA**    NOTE    REPORT

settore di ric.: SH Social Sciences and Humanities

keywords: attention deficit,hyperactivity disorder,autism

stato dell'arte: Two developmental disorders, attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and autism, have been associated with executive dysfunctions (ED). There are many definitions of executive functioning, but the more important definition is related to ...]

riferimenti bibl

- Barkley R.A. (2007). ADHD and the nature of self-control. New York: Guilford.
- Leclercq M. & Zimmermann P. (2002). Applied neuropsychology of attention. London: Psychology Pres.
- Lichten D.G. & Cummings J.L. (2001). Frontal-subcortical circuits in psychiatric and neurological disorders. New York: Guilford.

Fig. 7: scheda di compilazione dei dati specifici di un progetto (sez. videata programma)

Tutti i “progetti/attività” implementati vengono visualizzati all’interno di un elenco generale, posto nell’area sinistra della videata principale. La selezione delle voci di questi elenchi aggiorna di conseguenza quelle nei sottoelenchi correlati.



Fig. 8: elenchi generali (sez. videata programma)

### 3. La piattaforma gestionale

---

#### 3.2.2 Il modulo anagrafica

Il modulo “*anagrafica*” permette l’accesso e le modifiche dei dati contenuti nell’archivio utenti, come il nominativo, il genere, la data di nascita, ecc. Consente la compilazione di eventuali annotazioni e contiene una *scheda clinica* dedicata alla registrazione delle patologie riscontrate. Sono in fase di preparazione una *scheda per l’anamnesi*, una *scheda per i codici* dell’ IC10<sup>5</sup> ed una per la *scuola/servizio* frequentato (attualmente queste informazioni possono essere raccolte all’interno dell’area “note”).

Si tratta inoltre dell’area predisposta per il collegamento tra i *soggetti* e le *sessioni di assessment* e per creare, se necessario, i “gruppi campione”.

Proseguendo quindi la simulazione d’uso iniziata nel capitolo precedente, l’operatore, dopo aver creato il record *attività/progetto* nel primo modulo, dovrà passare ad inserire nel modulo anagrafica i dati dell’utente o degli utenti, su cui intende lavorare. Qui troverà a disposizione tutti i campi necessari, organizzati su quattro schede attivabili delle omonime etichette:

- scheda (dati anagrafici)
- abitazioni (indirizzi e recapiti)
- note e info (libera compilazione)
- patologie (scheda pre-strutturata)

La prima raccoglie le informazioni relative il nominativo, il genere, la data e città di nascita oltre alla nazionalità. All’interno della scheda è stata aggiunta anche una *casella combinata*<sup>6</sup> per l’inserimento di una *keyword* finalizzata a velocizzare le ricerche degli utenti nell’archivio. Un altro utilizzo pensato per le *keywords*, è quello di identificare i soggetti, affetti ad esempio da una sindrome specifica, per mezzo di un codice “riservato”, conosciuto solo dall’operatore che ha accesso ai dati privati dell’utente. Questa procedura protegge le informazioni sensibili, offrendo un sistema per operare in linea con le direttive nazionali sulla *privacy*: l’operatore che si occupa della somministrazione dei *test*, non entra in possesso delle informazioni relative la salute del soggetto/i in esame.

---

<sup>5</sup> Classificazione internazionale delle malattie e dei problemi relativi alla salute

<sup>6</sup> Permette la compilazione per digitazione o per selezione da elenco

SCHEDA ABITAZIONI NOTE e INFO PATOLOGIE

*dati anagrafici dell'utente*

nome: Mario keyword:

cognome: Rossi

data nascita: 01/05/2000

città nascita:

nazionalità: italian genere: M

ANNULLA SALVA

Fig. 9: scheda con i dati anagrafici dell'utente (sez. videata programma)

Riguardo la *privacy* è da ricordare che, nonostante il software non abbia ancora un sistema di organizzazione gerarchica degli account<sup>7</sup> con diritti diversificati, attualmente mette a disposizione due *password* di protezione: una per l'attivazione del programma e l'altra per l'accesso ai moduli "sensibili" (anagrafica e sessioni).

Dato che per quanto riguarda le schede "abitazioni" e "note e info" non credo sia necessario un approfondimento specifico, l'ultima scheda da ricordare è quella etichettata "patologie". Fa infatti riferimento alle informazioni relative a disturbi o quadri sindromici dei soggetti.

SCHEDA ABITAZIONI NOTE e INFO PATOLOGIE

*scheda patologie ...*

disabilità intellettiva: moderata

autismo: non presente

deficit della condotta: lieve

deficit sensoriali: non presente

deficit motori: non presente

Altro (specificare ...): ...

NB - In caso di disabilità plurima selezionare più voci o specificare nella categoria 'Altro'

ANNULLA SALVA

Fig. 10: scheda delle patologie (sez. videata programma)

<sup>7</sup> Sistema che verrà implementato nelle prossime versioni.

### 3. La piattaforma gestionale

Si può notare che è stato adottato un sistema di compilazione semplificato: i campi “disabilità intellettiva”, “autismo”, “deficit della condotta”, “deficit sensoriali” e “deficit motori” sono collegati a delle liste precompilate per l’assegnazione dei valori<sup>8</sup>.

L’operatore (continuando con la simulazione di lavoro), dopo aver inserito i dati necessari ad individuare gli utenti, dovrà passare al modulo “sessione” per la predisposizione della nuova attività di *assessment* e ritornare al modulo “anagrafica” ad effettuare l’associazione soggetti/sessione. La procedura prevede la selezione del nome dell’utente/i nell’elenco e l’attivazione del comando [INS. IN SESS.], come mostrato nella figura seguente.

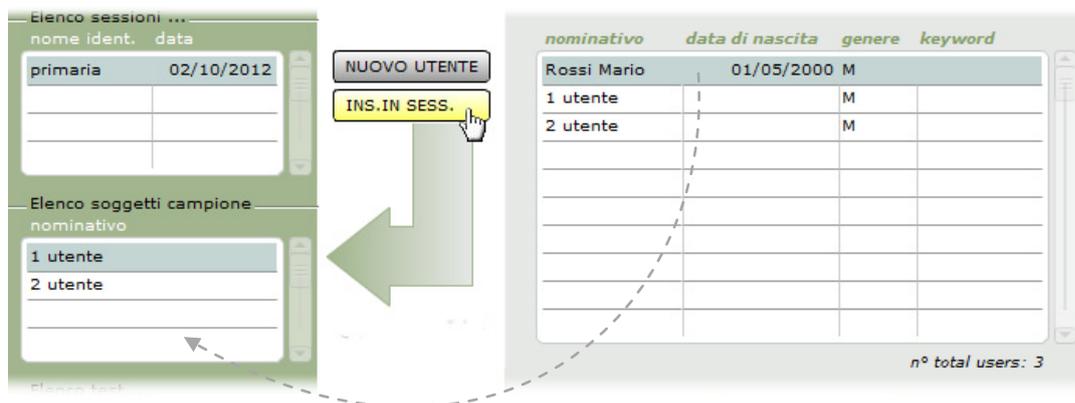


Fig. 11: comando per l’associazione soggetto/sessione (sez. videata programma)

Questa procedura, come più volte ricordato, permette di collegare ad una sessione di *assessment* più soggetti per creare di fatto il *gruppo campione*. Si potrà in tal modo procedere alla comparazioni dei risultati tra soggetti appartenenti al singolo gruppo campione o tra gruppi diversi.

#### 3.2.3 Il modulo sessione

Questo modulo serve per la gestione delle attività di somministrazione “prove” predisposte ed organizzate in sessioni. Le sessioni “collegano” gli utenti con i loro risultati ottenuti durante l’esecuzione dei *test*. Sintetizzando: un “*oggetto sessione*”<sup>9</sup>

<sup>8</sup> E.g. nella casella di selezione per l'autismo l'operatore può selezionare tra "non presente", "sindrome di Asperger", "buona funzionalità" e "bassa funzionalità".

<sup>9</sup> Il termine “oggetto” è preso dalla terminologia informatica.

raccoglie le informazioni sui parametri impostati per le singole prove, e i risultati ottenuti da tutti gli utenti collegati, al termine delle somministrazioni.

Il modulo è predisposto anche per registrare ulteriori informazioni operative, relative le sessioni di ogni singolo *progetto* o *attività*. Riassumendo presenta il soggetto (o il campione associato), i *test* con i parametri utilizzati, le annotazioni operative e i risultati.

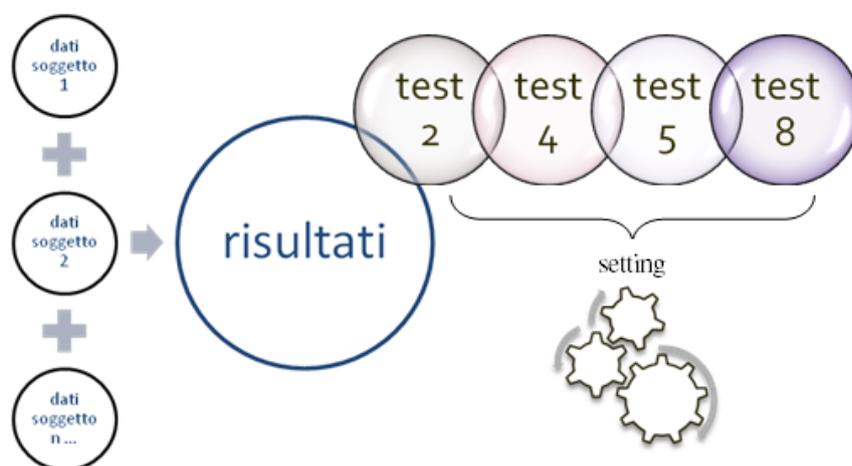


Fig. 12: modello della struttura sessione

Andandolo ad osservare da più vicino, la scheda principale (con i dati generali) contiene i campi per indicare le date d'inizio/fine sessione e per inserire il nome che servirà ad identificarla all'interno dell'elenco del progetto attivo (fig. 14). In questa scheda è inoltre contenuta la lista dei *test* collegati, unitamente ai comandi per la ri-parametrizzazione o rimozione.

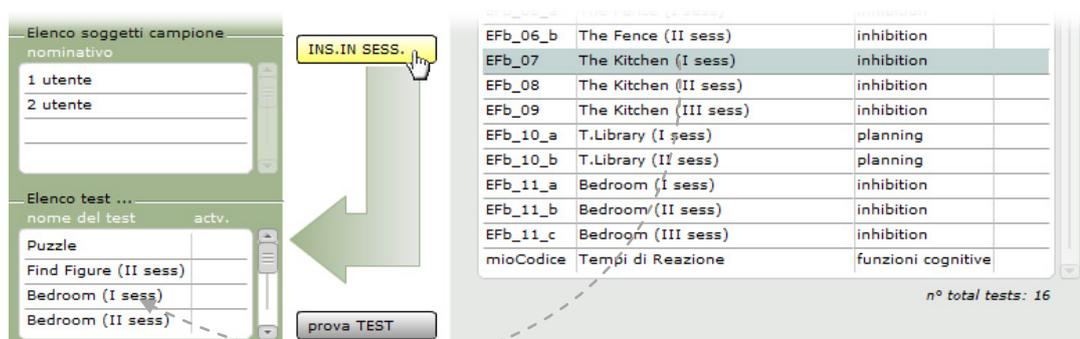


Fig. 13: comando per l'associazione test/sessione (sez. videata programma)

### 3. La piattaforma gestionale

L'operatore, dopo aver compilato i campi obbligatori (nome identificativo e data inizio), utilizzerà il modulo "factory" per associare alla sessione i *test* desiderati (fig. 13). In questo modo verrà indicato al programma, quali prove della batteria potranno essere somministrate al gruppo utenti della sessione.

Tramite due *datagrid*<sup>10</sup> correlati della scheda generale, l'operatore potrà tenere sotto controllo i *test* associati unitamente ai parametri settabili, quindi procedere con le personalizzazioni necessarie, ad esempio, per predisporre un training riabilitativo o per rendere l'applicazione compatibile al *device*<sup>11</sup> utilizzato. La piena libertà di utilizzare il setting previsto dagli autori o riconfigurare il *test* ed adattarlo alle proprie esigenze è una delle caratteristiche, a mio parere, più interessanti di questo programma.

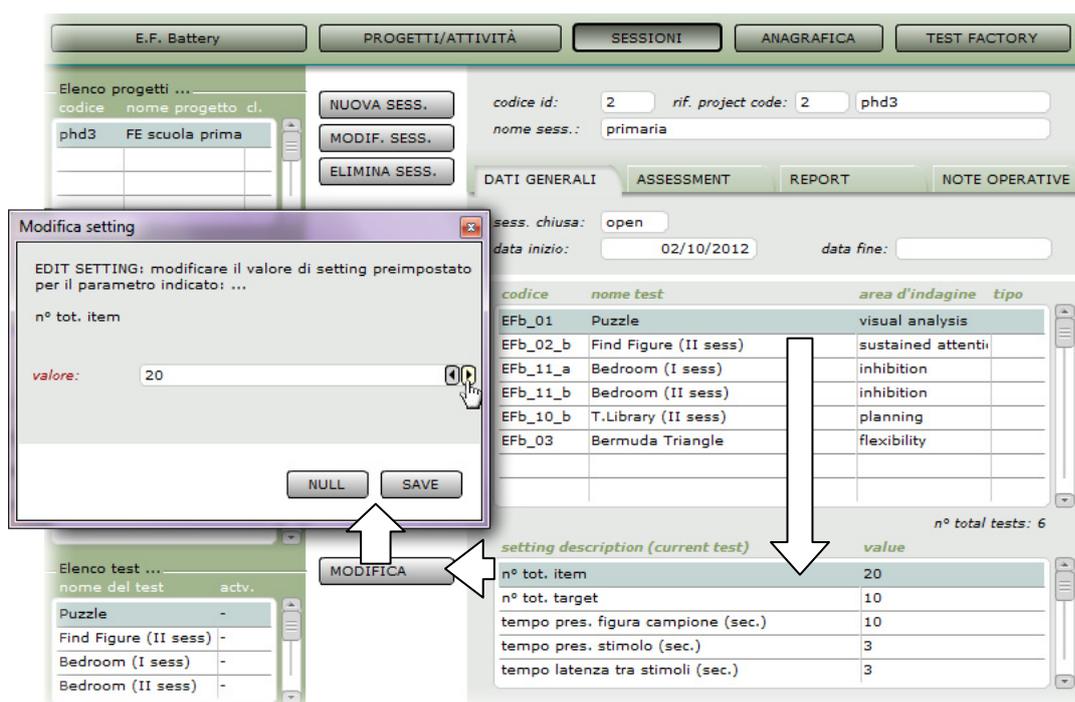


Fig. 14: finestra per le modifiche dei parametri del test in elenco (sez. videata programma)

<sup>10</sup> Griglia dati

<sup>11</sup> Si fa riferimento al dispositivo output di visualizzazione utilizzato.

La seconda scheda di questo modulo (etichettata “assessment”) è predisposta per l’accesso ed esportazione dei risultati. Permette di visualizzare i dettagli delle singole performances e calcola le medie prestazionali del soggetto (o dell’intero campione) che si riferiscono al singolo *test* o all’intera batteria settata.

È la sezione del software che probabilmente sarà soggetta alle modifiche ed implementazioni più importanti, quando saranno disponibili i dati normativi. Tramite la sovrapposizione dei cut-off prestazionali, sarà possibile fornire un sistema per la comparazione dei dati su una tavola sinottica dei domini tassonomici.

Al momento il modulo presenta tre *datagrid*:

1. il primo con le percentuali di padronanza ottenute per ogni prova eseguita dal singolo soggetto ed un campo con il calcolo della media mat.
2. il secondo, con le medie percentuali di padronanza delle prove eseguite dal gruppo campione, calcolandone, anche qui, la media mat.;

The screenshot displays the 'EF battery' software interface. A dialog box titled 'Risultati Test' is open, showing the following data:

Visualizzazione risultati del test Find Figure (II sess), registrati in data 07/10/2012

TOTALI ...

err%	15
err% parz	
correct answers	85
false positives	7
omissions	8
reiterations	0
time (sec.)	36

DETTAGLI ...

n° image	targ.	distr.	n° push
1	0	1	0
2	0	1	0
3	0	1	0
4	0	1	0
5	1	0	1
6	0	1	0

The main window shows two data grids. The first grid, labeled '1) media singolo soggetto', shows test results for a single subject with a total value of 35%.

codice	nome test (valutazioni utente)	tot. value
EFb_01	Puzzle	80
EFb_02_b	Find Figure (II sess)	85
EFb_11_a	Bedroom (I sess)	67
EFb_11_b	Bedroom (II sess)	57
EFb_03	Bermuda Triangle	80
EFb_10_a	T.Library (I sess)	0

The second grid, labeled '2) media gruppo campione', shows test results for a group of subjects with a total value of 64%.

codice	nome test (valutazioni sessione)	tot. value
EFb_01	Puzzle	72
EFb_02_b	Find Figure (II sess)	91
EFb_11_a	Bedroom (I sess)	68
EFb_11_b	Bedroom (II sess)	52
EFb_03	Bermuda Triangle	81
EFb_10_a	T.Library (I sess)	21

Fig. 15: modulo sessione - scheda assessment (sez. videata programma)

### 3. La piattaforma gestionale

3. il terzo, attivabile con un pulsante, riporta il dettaglio dei risultati di ogni singolo *test*, item per item, assieme ai conteggi e le analisi previste dagli autori (e.g. varianza, deviazione standard, moda, ecc.)

Per poter effettuare analisi statistiche complete, il sistema permette di esportare i risultati in un formato standard, compatibile con i programmi più comuni in commercio (e.g. fogli elettronici, SPSS<sup>12</sup>, ecc.).

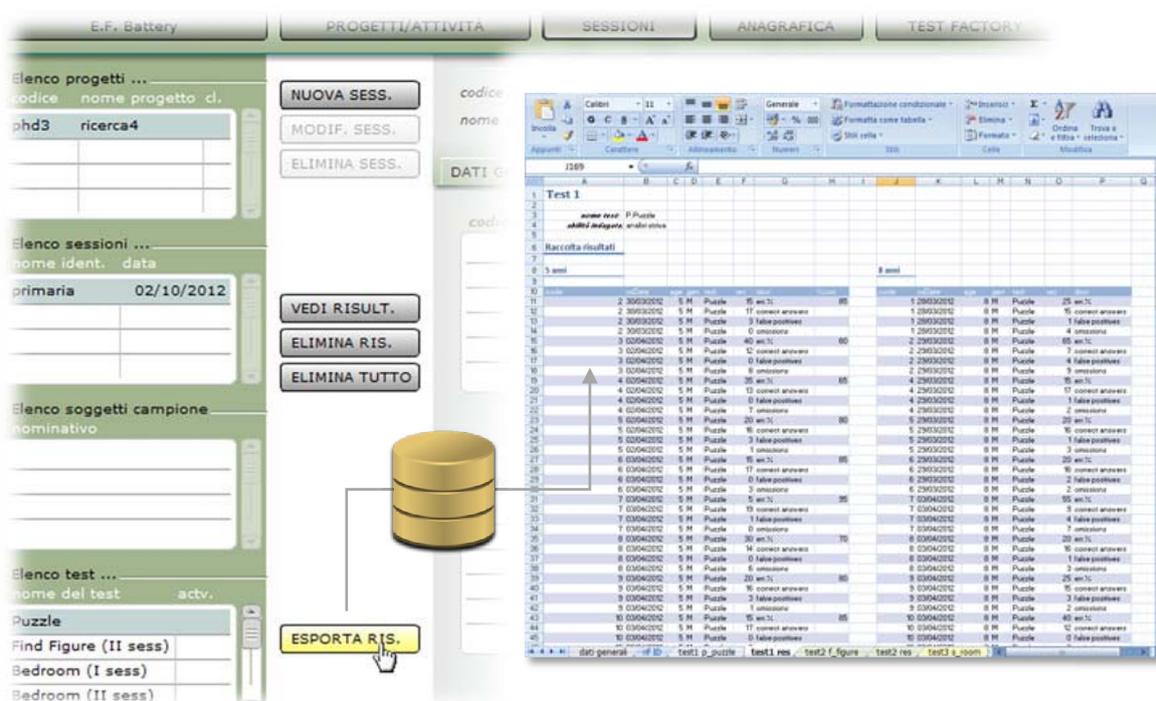


Fig. 16: esportazione risultati (sez. videata programma)

#### 3.2.4 Il modulo factory

Il modulo factory (Mf) è il cuore di questo programma. Racchiude in sé tutte quelle funzionalità e caratteristiche che giustificano l'uso dell'aggettivo “aperto” utilizzato sin dall’inizio.

Il nome inglese *factory* (in italiano “fabbrica”) non va inteso quale termine per indicare un *editor* di reattivi, come potrebbe sembrare. Si tratta del modulo predi-

<sup>12</sup> IBM SPSS Statistics (Statistical Package for Social Science)

sposto per la gestione del sistema di interfacciamento tra il “*software piattaforma*” (gestionale) e i “*software satelliti*” (*test*) appartenenti alla batteria. Ciò che viene prodotto in questa sezione è il “*protocollo di interfacciamento*”, utilizzato per far comunicare i vari *software* tra loro.

A questo punto dovrebbe apparire più chiaro il concetto di “apertura”. Proviamo ad ipotizzare che un altro di un gruppo di ricerca, abbia la necessità di aggiungere una nuova prova validata alla batteria. Come farlo? Ecco che gli viene in aiuto l’Mf dove, con un sistema guidato, potrà predisporre tutti i protocolli per integrare alla batteria la propria applicazione.

Tralasciando tecnicismi inutili, al posto di “*protocollo d’interfacciamento*” userò il termine “*schema interpretativo*”, fornendo anche una spiegazione. Le informazioni che devono passare dal programma gestionale al software *test* e viceversa, sono essenzialmente due:

- il *setting* dei parametri psicometrici assieme alle caratteristiche di funzionamento (ad esempio i tempi di esposizione stimolo, le figure o suoni utilizzati, il numero di item, i *controller* utilizzabili, ecc.),
- i risultati della performance che devono essere registrati (ad es. tempi, omissioni, falsi positivi, percentuali, medie, deviazione standard, ecc.).

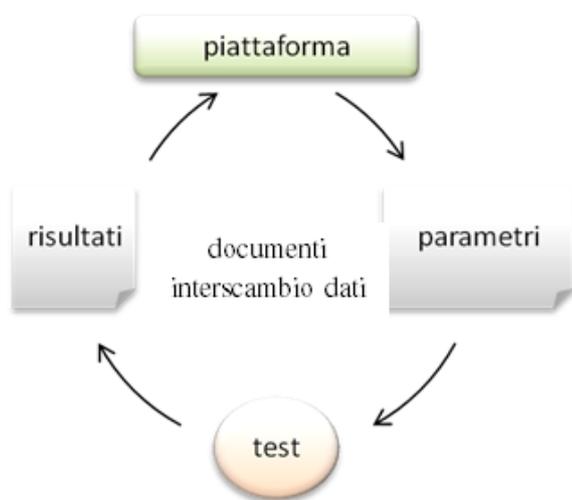


Fig. 17: modello protocolli di interfacciamento

### 3. La piattaforma gestionale

---

Per effettuare questo interscambio di dati, i due programmi utilizzano dei file di testo che vengono generati all'uopo. Questi file sono strutturati con un linguaggio standard per marcatori<sup>13</sup> molto conosciuto ed utilizzato nel settore informatico.

Il nocciolo del problema è che i due software devono essere in grado d'interpretare correttamente la struttura e i dati trasferiti: la "piattaforma" deve conoscere quale tipo di parametro può passare al *test* (e.g. tempo di presentazione o n° item) e in che forma, inoltre deve essere istruito per interpretare i singoli valori trasmessi dal *test*. A tali operazioni di traduzione semantica ci pensa lo "schema interpretativo" che racchiude in sé, proprio la struttura di codifica dei dati. Per consultare esempi completi di questo schema, si veda l'appendice B.

Vediamo ora in sintesi la sequenza dei passaggi, che l'operatore dovrebbe seguire per aggiungere una nuova prova alla batteria.

1. Dopo aver attivato l'Mf e cliccato sul pulsante comando [NUOVO TEST] per la compilazione dei dati identificativi dei *test*, ...

The image shows a software interface for creating a new test. At the top, there are four tabs: 'PROGETTI/ATTIVITÀ', 'SESSIONI', 'ANAGRAFICA', and 'TEST FACTORY'. The 'TEST FACTORY' tab is active. Below the tabs, there are three buttons on the left: 'NUOVO TEST', 'SALVA', and 'ANNULLA'. To the right of these buttons, there are two input fields. The first is labeled 'codice id:' and contains the text 'mioCodice'. The second is labeled 'nome test:' and contains the text 'Tempi di Reaz]. Below the input fields, there are four buttons: 'LISTA TEST', 'DATI GENERALI', 'TIPO RISULTATI', and 'SETTING default'.

**Fig. 18:** area compilazione dati identificativi del test (sez. videata programma)

passerà alla definizione dei campi contenuti nell'area "Dati Generali" che raccoglie, sia le informazioni di carattere generale quali: autori, anno di pubblicazione, area d'indagine, metodo di somministrazione ed eventuali note operative, sia quelle di carattere più tecnico per individuare, ad esempio, il "file eseguibile".

---

<sup>13</sup> XML (eXtensible Markup Language) linguaggio marcatore basato su un meccanismo sintattico che consente di definire e controllare il significato degli elementi contenuti in un documento o in un testo. Permette di creare tag personalizzati (da Wikipedia.org).

Fig. 19: area compilazione dati generali del test (sez. videata programma)

Tutte le indicazioni inserite in quest'area diventano fondamentali per i fruitori dello strumento. È previsto infatti, che questa sezione possa essere utilizzata quale manuale di consultazione, per accedere alle indicazioni o direttive degli autori, ed in particolare ai suggerimenti per la riparametrizzazione del reattivo.

- Il passaggio successivo riguarda invece la compilazione delle istruzioni su quali sono e come sono strutturati, i risultati che la “prova”, al termine dell'esecuzione, restituisce. Sarà quindi necessario attivare la scheda “Tipo Risultati” ed indicare, uno per uno, i singoli valori che vengono registrati durante le performances, sia nel dettaglio (item per item), sia a livello complessivo (come il calcolo delle medie e i conteggi). La compilazione è semplificata dall'uso di apposite finestre di inserimento.

L'autore andrà così a definire e strutturare proprio due degli “*schemi interpretativi*” citati nei paragrafi precedenti: ovvero il protocollo “risDt.xml” e il “risLab.xml”. Il risultato finale diventerà gradualmente visibile nel *campo* nominato “xml data”.

Nella compilazione di questi schemi, una delle fasi più delicate è associare la tipologia corretta al valore che verrà restituito (associazione “dato/valore”): ad esempio se si tratta di un valore stringa (alfanumerico), di un valore numerico (intero, decimale o percentuale) o di un valore *boo-*

### 3. La piattaforma gestionale

leano<sup>14</sup>. È chiaro che un errore in questa fase può determinare il malfunzionamento nell'interpretazione e nel salvataggio dei risultati, compromettendo in tal modo l'interfacciamento con il programma. Per quanto riguarda invece le altre informazioni da fornire, come la descrizione e l'etichetta da usare nella visualizzazione dei risultati, non ci sono particolari accorgimenti da seguire.

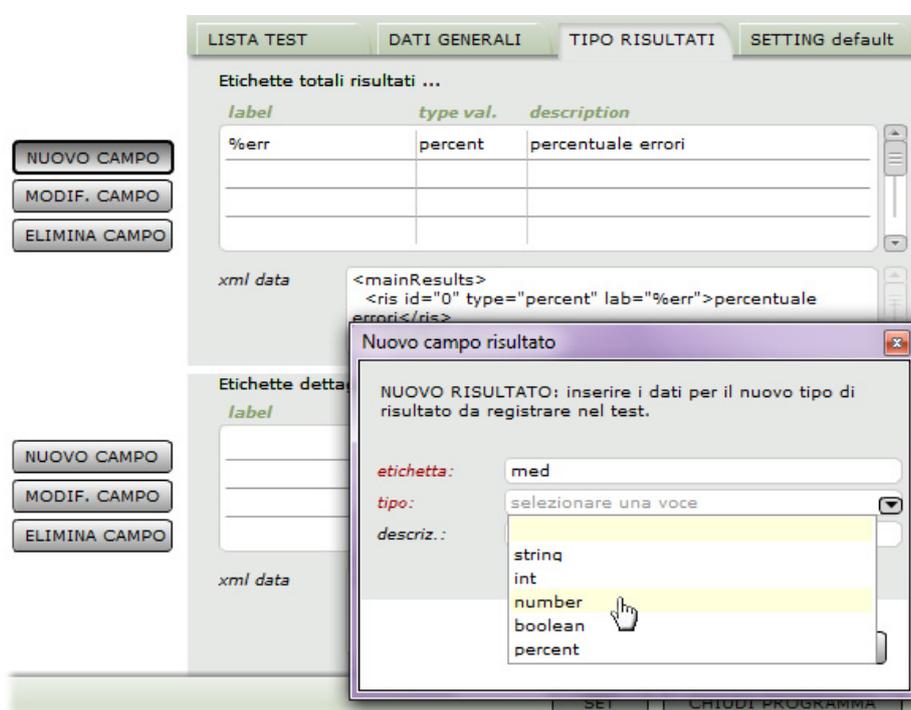


Fig. 20: finestra inserimento nuovo campo risultato (sez. videata programma)

3. L'ultimo "schema" che sarà necessario compilare, riguarda quali e come sono organizzati i parametri del *test* e quali le impostazioni di *default*. Chiaramente la varietà e tipologia dei parametri dipende dal software collegato. Per fare un esempio tutti gli strumenti realizzati durante questa ricerca hanno in comune la possibilità di scegliere i *controller*<sup>15</sup>, la lin-

<sup>14</sup> Dato che prevede solo due valori: true ("vero") e false ("falso").

<sup>15</sup> Per controller si intende il sistema con cui il programma controlla l'input dell'utente, come il mouse, la tastiera o il touch screen.

gua utilizzata nelle consegne (italiano / inglese) e le risorse multimediali. L'area predisposta si attiva cliccando sull'etichetta "Setting Default" e la compilazione avviene con la stessa modalità utilizzata per gli schemi precedenti.

Le informazioni necessarie ad ogni parametro variano da tre a quattro, passando dalla "descrizione" al "valore predefinito" (quello ricavato dallo sperimentatore nelle fasi di validazione e standardizzazione del *test*).

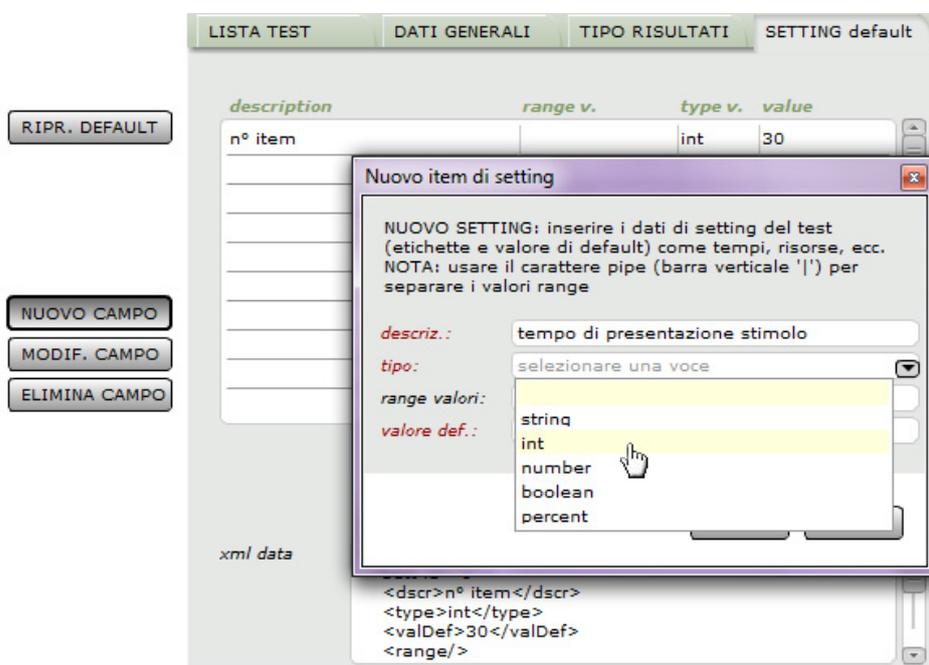


Fig. 21: finestra inserimento nuovo item parametro (sez. videata programma)

In sintesi, il programma è in grado di guidare l'operatore/autore non esperto in informatica, nelle operazioni volte a mettere in relazione l'applicazione centrale (o "piattaforma") con gli strumenti di *assessment* della batteria. Strumenti che risulteranno in tal modo perfettamente integrati al motore della batteria, e potranno essere direttamente configurati ed utilizzati, registrando in automatico i risultati delle performances.

Se effettuata un'analisi delle caratteristiche sinora presentate, a qualcuno potrebbe venir spontanea la seguente obiezione: manca un sistema per integrare strumenti di natura diversa, come *test* carta-matita o anche dello stesso tipo, ma incompatibili

### 3. La piattaforma gestionale

---

con la piattaforma, cioè sviluppati non in conformità con il sistema di “*scambio dati*” predisposto (si pensi a tutta la produzione già presente).

Come soluzione è stata messa a punto una “*scheda per la digitazione manuale dei risultati*”, in modo da poter registrare nel database generale, i dati provenienti da altre fonti, che in seguito potranno essere confrontati con quelli del resto della batteria. Anche per integrare il sistema con questi “strumenti” dovranno essere compilate, nell’ Mf, le strutture “risultati” e “setting”. Serviranno al programma proprio a generare quella scheda di compilazione manuale da proporre all’operatore dopo la sessione. La struttura “setting”, inoltre, sarà necessaria per registrare gli eventuali parametri utilizzati.

Un altro accorgimento inserito in questo modulo, è il comando per eseguire delle prove sui *test* stessi, verificandone funzionalità e parametri impostati. Poter provare un *test*, senza la preoccupazione di dover configurare la sessione ed eventualmente eliminare i risultati non utilizzabili, risulta un’opzione particolarmente utile e comoda.

Permette all’operatore, di acquisire la familiarità dovuta con ogni singolo strumento ed allenarsi con relativi comandi operativi. Risulta altresì utile al soggetto in esame, per prendere confidenza con i sistemi di controllo (mouse e tastiera) o per comprendere adeguatamente le consegne. In questo ultimo caso però, il *test* dovrà essere adeguatamente settato, onde evitare un’eventuale compromissione della prova.



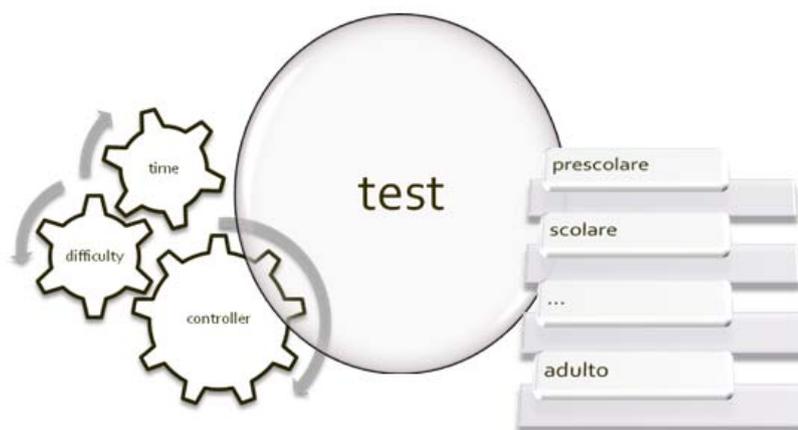
**Fig. 22:** comando per eseguire un test in modalità di prova (sez. videata programma)

In conclusione risulta evidente che la caratteristica di apertura, riguarda principalmente la possibilità d’integrare nel tempo la batteria, con nuovi *test* e/o modificare i parametri di quelli esistenti. Ciò assicurando facili adeguamenti ed aggiorn-

namenti, rispetto ai risultati delle nuove ricerche e ai futuri paradigmi teorici. Aggiornamenti e contributi che, con questo sistema, possono essere apportati anche da un altro *team* di ricerca interessato a collaborare, e come più volte sottolineato, indifferente dalle tecnologie utilizzate.

La piattaforma è quindi fruibile da gruppi di ricerca con finalità complementari a questa o del tutto diverse, come ad esempio la costruzione di una nuova batteria.

Riguardo la caratteristica di “apertura” più volte citata, l’argomento non si conclude qui, in quanto è di uno degli obiettivi centrali di tutta la ricerca. I *test* sviluppati, per poter risultare di natura multifunzionale ed altamente parametrizzabili, devono caratterizzarsi di una adeguata adattabilità al target ed alle attività di diversa natura (ricerca, diagnosi e riabilitazione).



**Fig. 23:** modello di parametrizzazione di un test

Per concretizzare, dallo stesso software devo poter creare strumenti diversi. Quest’argomento, anche se riguarda funzionalità e caratteristiche dell’ Mf necessita d’un capitolo a sé, riportato di seguito.

### 3.2.5 Riconfigurazione di un test (da uno a molti)

Sin dall’inizio della ricerca, nella stesura del progetto di fattibilità, uno dei primi obiettivi condivisi riguardava il riuscire a sfruttare al meglio le peculiarità, che il sistema informatico offriva.

### 3. La piattaforma gestionale

---

Non mi riferisco all'effetto-vantaggio che una prova automatizzata offre, di cui alla tabella seguente, ma alla concreta possibilità di riconfigurare il *software*, modificandone le variabili.

Vantaggi
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Possibilità di fornire un feedback immediato dei risultati</li><li>▪ Somministrazione effettuata sempre con le stesse modalità (la varianza dovuta agli esaminatori viene eliminata);</li><li>▪ Superamento dei limiti tecnici propri dei <i>test</i> carta-matita (il computer diventa indispensabile per registrare tipologie di performance come tempi di reazione, la mira, ecc.)</li><li>▪ Alto grado di personalizzazione grazie variabili settabili per il livello di difficoltà desiderato</li><li>▪ Controllo degli stimoli distrattori</li><li>▪ Facilitazione nel mantenimento attento alla prova</li><li>▪ Maggior familiarità con queste tecnologie per i “nativi digitali” (<i>Paolo Ferri, 2011</i>)</li></ul>

**Tab. 10:** scheda elenco vantaggi nell'utilizzo di test computerizzati

Capita spesso, nel lavoro quotidiano di un informatico, di risolvere un problema recuperando del *codice* pronto, magari già elaborato precedentemente da altri per risolvere situazioni di analoga natura. Tale principio di “*economia*” ha contribuito a generare nel tempo paradigmi di programmazione tutt'oggi altamente condivisi ed utilizzati (come l'OOP<sup>16</sup>), poiché favoriscono la modularità ed il riutilizzo del codice, con ovvio risparmio di tempo ed energie.

Osservando vari *test* (informatici) esistenti è possibile notare come si assomiglino molto: in pratica il *modello* è quasi sempre lo stesso, variano invece gli elementi multimediali utilizzati, i parametri e i layout. Per un esempio concreto, prendiamo in analisi i due seguenti *test*:

- il primo è stato predisposto per supportare uno studio sulle FE nel ritardo mentale e nelle difficoltà di apprendimento (Cottini & Nicoletti, 2005).

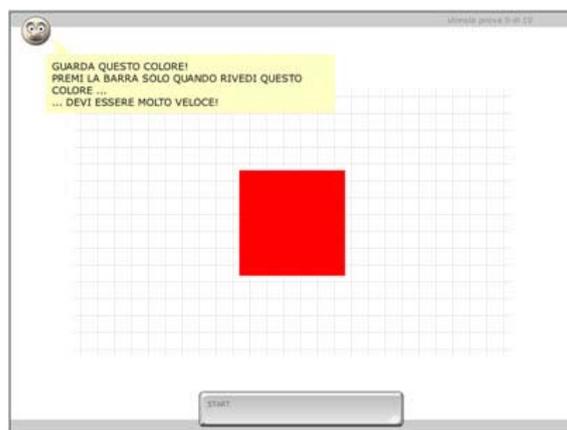
---

<sup>16</sup> Object Oriented Programming - si tratta della programmazione orientata agli oggetti.

In questo lavoro viene utilizzata, quale paradigma di ricerca, una variante della metodologia del doppio compito (Pashler & Johnston, 1989) elaborata da Umiltà e collaboratori (Umiltà et Al., 1992; Tagliabue et Al. 1994, 1998).

Lo stimolo proposto nel *test*, era costituito da una coppia di lettere, posizionata nella parte sinistra o destra dello schermo per un tempo prestabilito. In un primo compito, al soggetto in esame era richiesto di premere su un pulsante, a destra o a sinistra, in relazione alla posizione dello stimolo stesso. Il programma era stato sviluppato per registrare la risposta del soggetto (*input*), in termini di misurazione della correttezza e i tempi di reazione. Nel secondo compito, al soggetto era richiesto di dire se le due lettere-stimolo erano tra loro uguali o diverse. Per questa performance, il software metteva a disposizione una seconda coppia di pulsanti vero/falso.

- Il secondo *test* in esame è una prova appartenente alla batteria Senior, finalizzata ad interventi educativo-riabilitativi, per soggetti adulti con D.I. (Cottini, 1999). Si tratta di un reattivo per misurare la rapidità di risposta del soggetto di fronte alla presentazione di vari stimoli (e.g. risposta motoria a stimolo visivo).



**Fig. 24:** videata di consegna test « colori su colori » software Senior (Cottini, 1999)

Sullo schermo, per un periodo di tempo determinato, viene presentato al soggetto lo stimolo-campione da memorizzare. Di seguito il computer

### 3. La piattaforma gestionale

---

presenta in modalità *random* e per un breve tempo, diversi stimoli. Durante la sequenza, per un certo numero di volte, appare lo stimolo *target* che il soggetto deve individuare premendo un pulsante. Il *software* registra sia la correttezza della risposta, sia la latenza, ovvero il tempo impiegato dal soggetto per emettere la risposta. Gli stimoli disponibili per questa batteria sono di tre tipi: “colori su colori”, “figure su figure” e “lettere su lettere”.

Se provassimo a sovrapporre e confrontare i diagrammi di flusso dei due programmi (*test*), potremmo notare come questi condividano diversi aspetti:

1. gli stimoli vengono visualizzati sullo schermo per un tempo prefissato,
2. viene registrato l’input dell’utente,
3. viene registrato il tempo impiegato.

Tutto il corollario è facilmente sostituibile da filmati o consegne ad *hoc*.

Dopo questa analisi possiamo concludere che per sfruttare al meglio le caratteristiche di un “*test* informatico”, una soluzione si individuerrebbe nello sviluppo di un *software* basato su un articolato *modello* di funzionamento e munito di un completo sistema di ri-parametrizzazione delle *variabili*. Per tornare all’esempio precedente dei due *test*, il *modello* era già ben chiaro, e le *variabili* da modificare sarebbero potute essere:

1. la sequenza di immagini usate come stimolo,
2. la loro posizione sullo schermo,
3. il n° di item da presentare,
4. i tempi di latenza
5. e il sistema “*input* utente” da monitorare.

Allora qual è la ragione che giustifica l’implementazione di *test* chiusi e molto simili tra loro a livello funzionale? Nessuna, se non per motivi commerciali o come spesso accade, per mancanza di *fondi*.

Sulla base quindi di questo principio, sono stati sviluppati tutti i *test* della batteria. Sono stati realizzati *modelli* di funzionamento altamente parametrizzabili e in grado di corrispondere a diverse esigenze di percorso. Strumenti “camaleontici”

che possono essere “modellati” e “trasformati”. Ecco quindi soddisfatta la seconda caratteristica di “apertura” che si voleva offrire.

In concreto, il modulo *factory*, attraverso una serie di appositi comandi, permette di esportare, importare e duplicare i *test*, quindi poterne fare diverse versioni riparametrizzando tutte le proprietà disponibili.

Ciò che è stato fatto proprio in questa ricerca, implementando nella batteria tre versioni diverse dello stesso *test*. Si tratta di un’operazione effettuata per verificare l’efficacia dello strumento su fasce d’età diverse. I tre programmi sono rispettivamente “The Kitchen”, “The Fence”, e “Bedroom”, il primo per una utenza adulta, gli altri due più adatti a soggetti in età evolutiva.

### 3.3 La Tecnologia

Come ambiente di sviluppo è stato utilizzato *Adobe Integrated Runtime* (AIR di Adobe Systems<sup>17</sup>), tecnologia che permette di creare applicazioni *web* usando gli stessi linguaggi che compongono i documenti sulla rete (HTML, JavaScript, ActionScript e CSS3). Software eseguibili come *client*, ma indipendenti dai *browser*, che funzionano come applicazioni *desktop* e che vengono supportati a livello multipiattaforma, ovvero dagli O.S.<sup>18</sup> più diffusi di Microsoft ed Apple.

Una delle motivazioni della scelta riguarda proprio l’attualità di queste tecnologie. Siamo nell’era della comunicazione e si spera che questi linguaggi, seppur in fase di continua evoluzione, siano supportati a lungo e da una comunità sempre più numerosa ed estesa.

Adobe Systems è una nota *software house* statunitense che opera da anni nel settore, tra i leader per il DTP<sup>19</sup> multimediale. Il <sup>®</sup> runtime Adobe AIR <sup>®</sup> è scaricabile in forma gratuita e funziona su quasi tutte le piattaforme, consentendo agli sviluppatori di predisporre codice anche in applicazioni native per iPhone, iPad, Kindle Fire, Nook Tablet, Android <sup>™</sup> ed altri dispositivi, aprendo quindi le porte anche al *mobile*.

---

<sup>17</sup> Adobe Systems Incorporated è una software house statunitense fondata nel 1982, nota per i suoi prodotti per il video editing, per la grafica digitale e per il web editing

<sup>18</sup> Sistemi Operativi

<sup>19</sup> Desktop publishing

### 3. La piattaforma gestionale

---

La prima versione è stata rilasciata nel 2008 e attualmente moltissime aziende hanno sviluppato con AIR migliaia di RIA<sup>20</sup> anche molto famose come “eBay Desktop” e “AOL Music”. Per avere maggiori dettagli sui requisiti minimi di sistema per supportare AIR, consultare i dati sul sito ufficiale di Adobe<sup>21</sup>.

La gratuità e diffusione del *runtime*, la possibilità di scegliere tra *software* di sviluppo professionali o gratuiti (come Adobe AIR 3.5 SDK), e l’alta standardizzazione dei linguaggi supportati, dovrebbero rendere i programmi, sviluppati durante questo triennio, facilmente distribuibili e adatti ad accogliere apporti e contributi futuri.

Tutti i software della batteria, sono stati sviluppati in ActionScript3, utilizzando file XML per l’interscambio di dati, e file HTML per il *reporting*. Il database utilizzato è perfettamente supportato da AIR. Si tratta di SQLite, una libreria software che permette di creare una base di dati (comprese tabelle, query, form, report) incorporata in un unico file (da Wikipedia.org). I file generati (\*.db) sono contenuti nella cartella “Documenti/EF\_battery/data/...”, pertanto ne esiste copia distinta per ogni profilo utente aggiunto al sistema operativo.

#### 3.3.1 Posizionamento file “test” e indicazioni generali di funzionamento

Seguono alcune indicazioni generali sul funzionamento del sistema d’interfacciamento *test/piattaforma* e per il posizionamento corretto dei file.

Ogni software “*test*” per essere collegato alla Batteria e funzionare in modo integrato al programma gestionale, deve essere registrato con le procedure già descritte, attraverso il modulo Factory.

Il file eseguibile, assieme ai file *xml* di interfacciamento (vedere appendice B), devono essere inseriti in una cartella con lo stesso nome del file eseguibile, che, a sua volta, dovrà essere contenuta nella sottocartella “*test*” del programma: “EF\_battery/EF\_battery/res/test/...”

Tutti i file multimediali utilizzati per il funzionamento di ogni singolo *test*, come le consegne audio e le immagini, devono essere inseriti nella sottocartella “*resour-*

---

<sup>20</sup> Le Rich Internet Application sono applicazioni web che possiedono le caratteristiche e le funzionalità delle applicazioni desktop, senza però necessitare dell’installazione sul disco fisso (da Wikipedia)

<sup>21</sup> <http://www.adobe.com/it/products/air/tech-specs.html>

ces”. Chiaramente questo vale solo per le applicazioni originali della Batteria e per i vari duplicati (versioni modificate), ma non è vincolante per le nuove.

Quando dal programma principale vengono azionati i vari *test*, tutti i *protocolli di interfacciamento* vengono generati, letti ed eliminati, all’interno della sottocartella “EF\_battery/api/...” in “Documenti”. Pertanto ogni nuova applicazione ne dovrà tenerne conto se vuole sfruttare questo sistema di comunicazione.

Per ulteriori informazioni si rimanda la manuale tecnico del programma.



# 4

## La Batteria

### 4.1 Introduzione

In linea con l'obiettivo generale del progetto di ricerca e in ragione di una scelta di carattere operativo funzionale, la batteria è costituita da *test* atti ad indagare ed a fornire profili prestazionali che, secondo la letteratura, sono correlabili ai meccanismi sottesi le Funzioni Esecutive. Queste costituiscono una collezione di abilità complesse, che presiedono all'esecuzione di processi mentali di pianificazione e monitoraggio dell'azione, al controllo degli esiti della stessa, nonché alla flessibilità nell'utilizzo di strategie *problem solving*. Nello specifico, tali funzioni divengono critiche nel momento in cui il soggetto deve affrontare compiti caratterizzati da elementi di novità, complessità ed ambiguità.

### 4.2 I test

Le prove<sup>22</sup> proposte in questo lavoro interessano le abilità esecutive che sono state individuate più frequentemente nei modelli di FE presenti in letteratura (come riportato anche nei capitoli I e II) e basati su modelli '*evidence-based*' (vedere tab. 11 "Modelli a confronto"), ovvero:

---

<sup>22</sup> I *test* attualmente sviluppati

#### 4. La Batteria

---

- *Analisi visiva* – si tratta della capacità di discriminare cioè riconoscere, ricordare e manipolare le informazioni visive. È l'abilità tipica del sistema visivo atta a distinguere l'informazione rilevante da quella irrilevante, capacità che si basa sull'estrazione selettiva delle caratteristiche dello stimolo, quali forma, dimensione, colore, posizione nello spazio, ecc.
- *Attenzione sostenuta (o di mantenimento)* – la funzione attentiva è una capacità complessa che implica diversi processi. Fra questi, importante è la capacità di resistere agli elementi distrattori di una determinata situazione, e mantenere la concentrazione per tutto il tempo necessario allo svolgimento di uno specifico compito.
- *Inibizione* – è l'abilità che permette al soggetto di esercitare un controllo sul comportamento, come ad esempio bloccare un'azione in corso, in seguito a dei segnali specifici o valutazioni legate a consegne.
- *Flessibilità* – capacità di passare da un set di stimoli o di risposte ad un altro in base alle informazioni provenienti dal contesto. Quando il soggetto alterna il focus attentivo da un compito all'altro secondo la richiesta del compito si parla di *shifting* dell'attenzione (Sack & Rice, 1974).
- *Pianificazione* – capacità di formulare un piano generale ed organizzare le azioni in una sequenza gerarchica di *step* operazionali e di mete intermedie e finali.



Fig. 25: test componenti la batteria

modelli unitari		modelli multidimensionali						modelli sequenziali			
Shallice & Norman	Baddley	Welsh	Levin	Lezak	Roberts & Pennington	Pennington & Ozonoff	Barkley	Miyake	Anderson	Zelazo	Burgess
Sistema Attentivo Supervisorio	Memoria di Lavoro	Studi fattoriali	Studi fattoriali	4 Domini	2 Domini	Studio meta-analitico	Deficit inibitorio	Modello FE	Approccio statistico	Modello FE	Modello FE
funzioni del SAS	Funzioni della ML	fattori	fattori	componenti esecutive	interazione tra...	domini indagati	funzioni	processi	domini	fasi sequenziali	processi
attivazione di uno schema target o sua riattivazione in caso di caduta in uno stato di inattività	attenzione selettiva flessibilità cognitiva pianificazione	flessibilità cognitiva flessibilità e generatività mentale pianificazione	flessibilità cognitiva flessibilità e generatività mentale pianificazione	volizione pianificazione intenzione ad agire azione	memoria di lavoro inibizione	inibizione comportamentale pianificazione memoria di lavoro flessibilità cognitiva fluenza verbale	memoria di lavoro autoregolazione motivazione flessibilità	flessibilità cognitiva memoria di lavoro inibizione	controllo attenzionale flessibilità cognitiva definizione obiettivi processamento delle informazioni	rappresentazione del problema pianificazione esecuzione valutazione	memoria retrospettiva pianificazione memoria prospettica
inibizioni in schemi che risultano essere inadeguati rispetto al contesto e alle richieste											
aggiustamento della selezione competitiva											
monitoraggio											

**Tab. 11:** modelli a confronto (rappresentazione schematica e semplificata dei modelli e delle funzioni più ricorrenti)

#### 4. La Batteria

Dall'analisi della letteratura riportata in tabella, si evince come le abilità funzionali maggiormente ricorrenti siano: inibizione (nelle sue componenti sensoriali e motorie); attenzione sostenuta; flessibilità; pianificazione; memoria di lavoro. Partendo da tali evidenze, nello sviluppo della batteria sono state incluse prove per indagare tali componenti, come schematizzato nella tabella seguente:

<b>Funzioni esecutive</b>	inibizione	attenzione sostenuta	flessibilità	pianificazione	memoria di lavoro
	↓	↓	↓	↓	↓
<b>Test sviluppati</b>	P.Puzzle & Bedroom*	Find Figure	Bedroom* & Bermuda Triangle	Library	P.Puzzle

**Tab. 12:** schema abbinamento « test / funzioni ricorrenti » - \*Bedroom comprende anche Kitchen e Fence (si tratta dello stesso test)

#### 4.3 P. Puzzle

Puzzle Piece (Tessera del Puzzle) è un *test* per indagare sull'abilità di analisi visiva. Prima di iniziare la prova, il programma presenta al soggetto le istruzioni che dovrà eseguire, utilizzando consegne audio, testi ed immagini esemplificative a colori.



**Fig. 26:** una consegna del test P.Puzzle (videata programma)

La prova inizia con la presentazione al soggetto, per un tempo prestabilito, dell'immagine campione, assieme alla richiesta di porvi attenzione. Di seguito viene visualizzata, in modalità *random*<sup>23</sup>, una serie di figure (tessere del *puzzle*) appartenenti, alcune all'immagine campione, le altre ad un'immagine distrattore.

Per ogni *item*, viene stabilito un tempo di permanenza della tessera sullo schermo e un tempo di latenza prima della comparsa della successiva. Il rapporto impostato tra i target e i distrattori, è di uno a uno, per un totale di venti figure stimolo (10 più10).

La performance richiesta è di indicare quando compaiono tessere appartenenti la figura campione. La prova può essere suddivisa in due sessioni: con la prima, utilizzando un'immagine relativamente semplice, sarà possibile verificare che il punteggio del soggetto valutato non superi una determinata soglia critica, in tal caso, si potrà passare alla seconda con un'immagine più complessa.

Funzioni	Carico del test
Analisi visiva	██████████
Attenzione sostenuta	██████████
Inibizione da interferenze percettive	██████████
Inibizione di risposte competitive	██████████
Memoria di lavoro	██████████
Flessibilità (shift tra set di risposte)	
Flessibilità tra sistemi di regole	
Pianificazione	

**Tab. 13:** tassonomia cognitiva delle funzioni (la barra colore giallo quantifica il carico della funzione su una scala di 4 valori)

Durante l'esecuzione, nell'angolo in basso a sinistra della schermata, viene riportato il numero di item totali e il numero di quello in esecuzione ( **item 4 di 20** ). Questo permette all'operatore di sapere quanto manca al termine e su quale stimolo il soggetto sta eventualmente riscontrando difficoltà (o sta esitando).

<sup>23</sup> casuale

#### 4. La Batteria

---

Il *test* registra i risultati di ogni singolo item, segnando il tipo di risposta data. La seguente tabella illustra un esempio della struttura che viene generata con i dati salvati:

n°pz.	right	wrong	push
1	0	1	0
2	0	1	0
3	1	0	1
4	1	0	1
5	0	1	0
6	0	1	0
7	1	0	0
8	1	0	1
9	1	0	1
10	0	1	1
11	1	0	1
12	1	0	-1
13	1	0	1
14	1	0	1
15	0	1	0
16	0	1	0
17	0	1	0
18	1	0	1
19	0	1	0
20	1	0	1

The diagram shows two boxes with arrows pointing to specific cells in the table. The box labeled "errore" has two arrows pointing to the "push" column values 0 in row 7 and 1 in row 10. The box labeled "omissione" has one arrow pointing to the "push" column value -1 in row 12.

n°pz = numero di comparsa dello stimolo target  
right = stimolo target corretto (da individuare)  
wrong = stimolo target sbagliato (da tralasciare)  
push = risposta data (0 = non preme; 1 = preme)

**Tab. 14:** tabella risultati nel dettaglio registrati per il test P.Puzzle

Con i dati registrati, vengono effettuati i conteggi e forniti:

- il numero di risposte corrette, ovvero il numero di volte che il soggetto ha emesso la risposta in presenza del target;

- il conteggio dei falsi positivi, cioè quando il soggetto ha emesso la risposta in presenza del distrattore;
- il numero delle omissioni, per indicare quante volte il soggetto non ha emesso la risposta in presenza del target.

Infine calcola la percentuale di errore, sommando i falsi positivi con le omissioni e dividendo il tutto per il numero di stimoli totale.

I parametri che possono essere modificati per riconfigurare la prova sono molti. Ad esempio si possono sostituire i due file immagine che vengono richiamati dalla cartella “resources” quando inizia la prova. Infatti una volta attivato, il programma verifica l’esistenza di queste due immagini, le carica e le ritaglia secondo una griglia cinque per quattro: in questo modo vengono creati venti pezzi *target* e venti *distrattori* da utilizzare nella prova.



**Fig. 27:** cartella dedicata alla raccolta delle risorse multimediali utilizzate nel test

L’operatore potrà quindi ridefinire il numero di item da attivare ed indicare quanti pezzi del *puzzle* debbano essere presi dalla figura campione. Altro aspetto importante, da eventualmente ridefinire, è quello dei tempi (espressi in secondi), ovvero:

- il tempo di presentazione della figura campione,
- il tempo di permanenza degli stimoli,

## 4. La Batteria

---

- il tempo di latenza tra uno stimolo e l'altro.

Anche la possibilità di modificare la modalità di cattura dell'interazione utente, va sicuramente a vantaggio di una maggiore usabilità. Si può scegliere se utilizzare i due pulsanti comando “vero / falso” (sensibili al *mouse* o al *touchscreen*<sup>24</sup>) o se richiedere il monitoraggio della “barra spaziatrice” per capire quando l'utente riconosce lo stimolo target.

È utile in tal caso ricordare che con la selezione della “modalità tastiera”, si può incorrere ad errori di valutazione, soprattutto se la prestazione non viene controllata da un operatore. Il problema si presenta quando il soggetto rimane inerte di fronte al compito, lasciando così il *test* in esecuzione automatica sino al termine: senza premere mai la barra. In questa situazione, il programma registrerà come corrette le omissioni in presenza dello “stimolo distrattore”. Verrà quindi erroneamente registrato un risultato percentuale, pari a quello delle “immagini distrattore” presentate.

Si consiglia quindi l'uso della “barra spaziatrice” solo con bambini sotto i sei anni e con l'affiancamento dell'adulto.

### 4.4 Find Figure

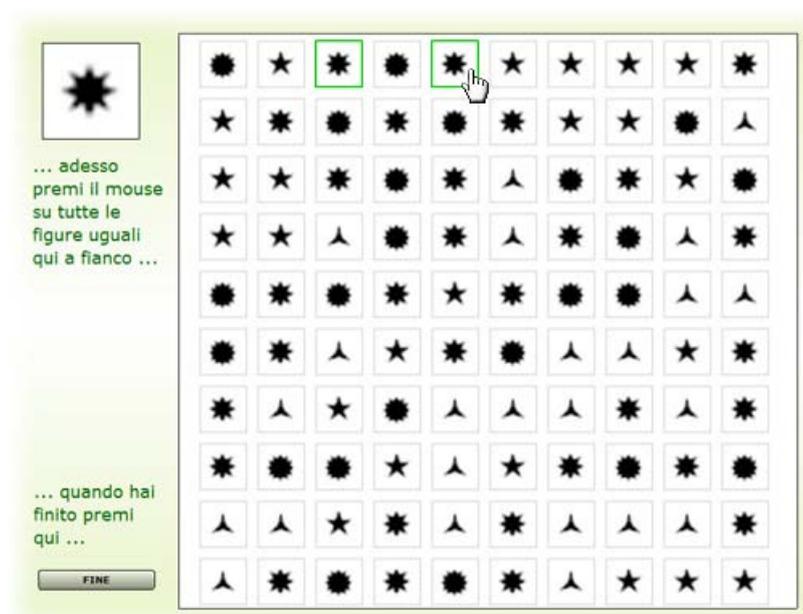
Find Figure (Trova la Figura) è un *test* per indagare sull'abilità di attenzione sostenuta. La prova consiste in una rielaborazione dello strumento carta-matita “test delle campane” di Gauthier (Gauthier & al. 1989)

Il software presenta un'immagine campione per un tempo prestabilito e successivamente, propone una serie di figure organizzate su una o due matrici, richiedendo al soggetto di indicare tutte le immagini uguali a quella del campione. La matrice contiene sia figure uguali al campione, sia altre utilizzate come stimoli distrattori. Per la cattura dell'interazione utente, viene monitorato il *click* del mouse o il *touchscreen*.

La prova può essere suddivisa in una serie di sessioni a difficoltà crescente, nelle quali lo stimolo target aumenta il livello di complessità (passando da stimoli ad alto valore iconico a stimoli a basso valore) e la matrice aumenta il numero di elementi (target e distrattori), passando da matrici semplici a matrici complesse.

---

<sup>24</sup> Dispositivo che permette all'utente di interagire con una interfaccia grafica mediante le dita o particolari oggetti (da Wikipedia)



**Fig. 28:** esempio di matrice stimoli 10x10 del test F.Figure (videata programma)

Sessioni proposte:

1. stimoli ad alto valore iconico - matrice semplice (5 colonne x 10 righe, con un rapporto target/distrattori di 2-3).
2. stimoli a basso valore iconico - matrice complessa (10 colonne x 20 righe, con un rapporto 3-7).
3. stimoli ad alto valore iconico - matrice semplice .

Funzioni	Carico del test
Analisi visiva	
Attenzione sostenuta	
Inibizione da interferenze percettive	
Inibizione di risposte competitive	
Memoria di lavoro	
Flessibilità (shift tra set di risposte)	
Flessibilità tra sistemi di regole	
Pianificazione	

**Tab. 15:** tassonomia cognitiva delle funzioni (la barra colore giallo quantifica il carico della funzione su una scala di 4 valori)

#### 4. La Batteria

---

Il *test* registra, per ogni singolo stimolo bersaglio nella griglia, il tipo (target/ distrattore) e il numero di volte in cui è stato cliccato. La seguente tabella indica con un esempio, la struttura dati che viene generata dai dati salvati.

n° image	targ.	distr.	n° push
1	0	1	0
2	0	1	0
3	1	0	1
4	0	1	2
5	1	0	1
6	0	1	0
...	...	...	...
99	1	0	0
100	0	1	0



n° image = numero posizione dello stimolo target da sinistra verso destra  
targ. = stimolo target campione (1=vero 0=falso)  
distr. = stimolo target distrattore(1=vero 0=falso)  
n° push = risposta data (n° di volte in cui l'utente ha premuto sullo stimolo)

**Tab. 16:** tabella risultati nel dettaglio registrati per il test F.Figure

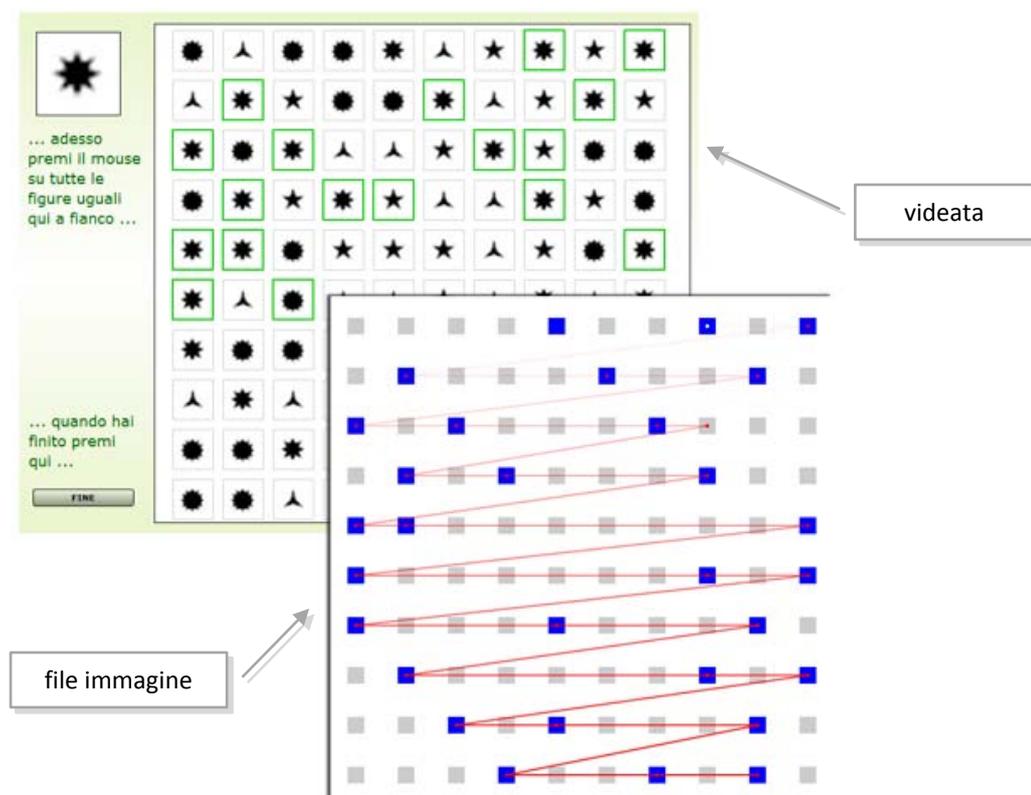
Il programma registra il tempo impiegato ed effettua i conteggi sui dettagli risultati, restituendo:

- il numero di risposte corrette,
- il conteggio dei falsi positivi,
- il numero delle omissioni ,
- il numero totale delle reiterazioni, ovvero il numero di volte che il soggetto reitera lo sbaglio.

Infine calcola la percentuale di errore, sommando i falsi positivi con le omissioni e dividendo il risultato per il numero totale di stimoli. Nelle prove con matrice complessa, vengono calcolati i suddetti punteggi totali e i due punteggi parziali relativi alla prima e alla seconda parte della matrice, così da evidenziare eventuali cadute della performance attentiva.

È stato inoltre predisposto un sistema per registrare la mappa degli spostamenti dell'utente effettuando, su richiesta, il *tracking* dei movimenti effettuati. Viene “fo-

tografato” lo schema e “tracciato” il percorso con una linea rossa sfumata nella direzione opposta al verso di spostamento. Ogni tessera target viene colorata secondo il tipo (di grigio gli stimoli distrattori, di blu quelli campione). Sui riquadri raffigurazioni le tessere *cliccate*, vengono disegnati dei quadratini centrali (bianco il primo e rossi tutti gli altri).



**Fig. 29:** esempio di « file immagine » generato per il tracciamento della performance.

Questo sistema permette un'analisi sulle strategie visive utilizzate per ricercare i target, evidenziando ad esempio, se il soggetto segue un andamento bistrofedico (tipico della lettura) o procede seguendo strategie diverse o persino in maniera caotica.

Quest'analisi può risultare essenziale al fine di verificare l'acquisizione dei prerequisiti della letto-scrittura in soggetti prescolari a sviluppo tipico, oppure in soggetti con generiche compromissioni cognitive (e.g. persone con deficit cognitivo) o con specifici disturbi delle abilità scolastiche (DSA).

## 4. La Batteria

---

Tra i parametri che possono essere riconfigurati, ha sicuramente rilevanza la possibilità di modificare la griglia di presentazione stimoli per aumentare o diminuire la difficoltà (numero di righe e colonne, presentazione di scheda singola o doppia). Anche il rapporto di distribuzione dei target obiettivo/distrattore per riga, è un parametro ridefinibile.

È disponibile un'opzione per mantenere sempre visibile l'immagine campione o nascondersela dopo un tempo di esposizione fissato. Come lo strumento descritto nel capitolo precedente, questo *software* permette di sostituire i file multimediali utilizzati durante prova. In tal modo è possibile modificare, ad esempio, il valore iconico delle immagini target. Perché il tutto funzioni, i file dovranno essere aggiunti nella cartella “*resources*” e i nomi richiamati tramite il modulo *factory*.

Un altro parametro che può influenzare il grado di difficoltà della prova, consiste nella possibilità di visualizzare o nascondere lo *status* premuto degli stimoli target. Si tratta di un effetto grafico<sup>25</sup> che si attiva sull'evento selezione e permette al soggetto di individuare le immagini già premute, evitando quindi di risSelectedarle.

### 4.5 The Fence

The Fence (il recinto) è un *test* per indagare sull'abilità di inibizione. In linea con gli altri strumenti, anche The Fence, prima di attivare gli *item* prova, presenta al soggetto alcune schermate istruzionali costituite da consegne audio, testi e immagini esemplificative.

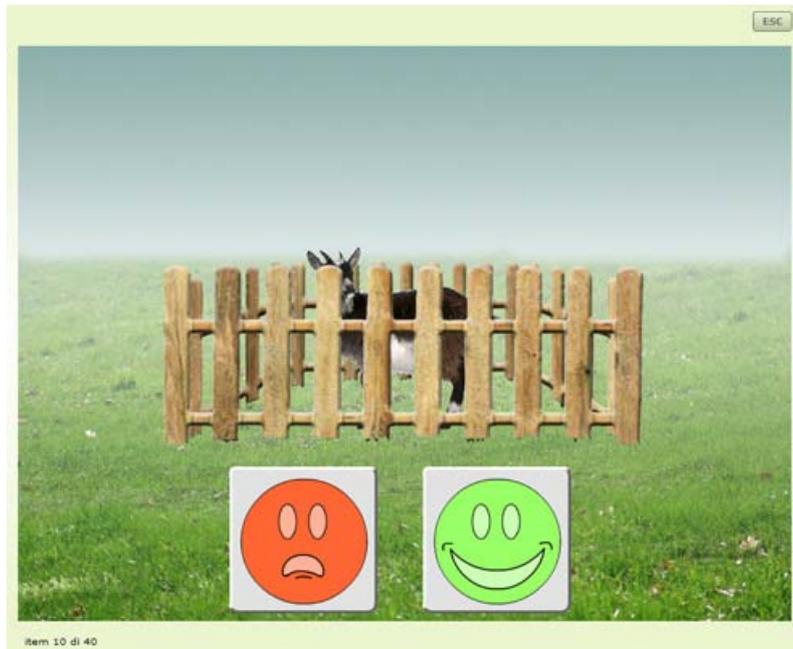
Il software presenta una sequenza temporizzata di figure di animali all'interno o all'esterno di un'area circoscritta: un recinto di legno. Registrando le *performances* del soggetto tramite il controllo della “barra spaziatrice” o dei “pulsanti comando” visualizzati sullo *stage*.

La prova prevista si divide in due sessioni. Nella prima viene richiesto di individuare quando l'immagine dell'animale compare dentro il recinto, cliccando su uno dei due pulsanti (vero / falso). Diversamente, se viene impostata la “barra spaziatrice”

---

<sup>25</sup> Una cornice colorata

ce'come *controller*, al soggetto verrà richiesto di premere la barra solo quando l'animale è dentro il recinto, e di astenersi a farlo quando è fuori.



**Fig. 30:** esempio di item esercizio test T.Fence (videata programma)

Nella seconda sessione si possono scegliere due strategie per verificare la capacità di inibizione:

- invertire la regola richiedendo al soggetto di premere quando l'animale è fuori lo steccato e di non farlo quando è dentro,
- modificare la regola facendo comparire, in modo casuale (*random*), più animali all'interno del recinto e richiedendo l'individuazione dell'animale uguale a quello campione.

Il rapporto impostato di default tra immagini target e distrattori, è di due su tre, mentre il tempo di esposizione di ciascuno stimolo non dovrebbe superare il secondo.

#### 4. La Batteria

##### Sessione I

Funzioni	Carico del test
Analisi visiva	
Attenzione sostenuta	
Inibizione da interferenze percettive	
Inibizione di risposte competitive	
Memoria di lavoro	
Flessibilità (shift tra set di risposte)	
Flessibilità tra sistemi di regole	
Pianificazione	

##### Sessione IIa

Funzioni	Carico del test	Note
Analisi visiva		Le abilità indagate non dipendono solamente dalla prestazione richiesta dalla specifica sessione, ma anche dal grado di conflitto cognitivo con le risposte richieste dalla sessione precedente.
Attenzione sostenuta		
Inibizione da interferenze percettive		
Inibizione di risposte competitive		
Memoria di lavoro		
Flessibilità (shift tra set di risposte)		
Flessibilità tra sistemi di regole		
Pianificazione		

##### Sessione IIb

Funzioni	Carico del test	Note
Analisi visiva		Le abilità indagate non dipendono solamente dalla prestazione richiesta dalla specifica sessione, ma anche dal grado di conflitto cognitivo con le risposte richieste dalla sessione precedente.
Attenzione sostenuta		
Inibizione da interferenze percettive		
Inibizione di risposte competitive		
Memoria di lavoro		
Flessibilità (shift tra set di risposte)		
Flessibilità tra sistemi di regole		
Pianificazione		

**Tab. 17:** tassonomia cognitiva delle funzioni (la barra colore giallo quantifica il carico della funzione su una scala di 4 valori)

I risultati registrati dal programma sono:

- il numero di risposte corrette fornite dal soggetto
- il numero di falsi positivi (quando viene individuato corretto uno stimolo distrattore)
- il numero di omissioni (nel caso il soggetto non risponda in presenza del target)
- percentuale di errore (falsi positivi + omissioni / stimoli totali \* 100)

Nel dettaglio per ogni singolo item vengono registrati: il tipo di stimolo e la risposta data (di seguito una tabella esemplificativa).

n° item	targ.	dstr.	push
1	0	1	-1
2	1	0	-1
3	1	0	1
4	0	1	0
5	0	1	0
6	0	1	0
...	...	...	...
39	1	0	1
40	0	1	0

omissioni

n° item = numero sequenziale item presentato  
 targ. = stimolo target campione (1=vero 0=falso)  
 dstr. = stimolo target distrattore(1=vero 0=falso)  
 push = risposta data (premendo ha individuando lo stimolo come corretto)

**Tab. 18:** tabella risultati nel dettaglio registrati per il test T.Fence

Si riportano, di seguito, i parametri che permettono di personalizzare la prova. Il primo riguarda la tipologia di funzionamento. Può venire scelta tra le seguenti opzioni:

- comparsa della figura animale per  $n$  volte fuori o dentro il recinto in modalità *random*: viene calcolato come esito positivo, quando il soggetto indica l'animale dentro il recinto;

## 4. La Batteria

---

- comparsa della figura animale per  $n$  volte fuori o dentro il recinto in modalità *random*: viene calcolato come esito positivo, quando il soggetto indica l'animale fuori dal recinto (regola invertita);
- comparsa in modalità *random* di  $n$  figure di animali per  $n$  volte dentro il recinto: viene calcolato come esito positivo, quando il soggetto indica l'animale uguale al campione;
- comparsa in modalità *random* di  $n$  figure di animali per  $n$  volte dentro il recinto: viene calcolato come esito positivo, quando il soggetto indica l'animale distrattore (regola invertita).

Dalla descrizione delle quattro opzioni sopra, si evince anche che sono modificabili sia il numero di item presentati, sia le immagini degli animali utilizzate. A tal riguardo, per l'inserimento delle nuove immagini è sempre richiesto di utilizzare l'apposita cartella “*resources*”. Per avere una resa ottimale, si consiglia di predisporre le immagini nel formato PNG a 24bit con canale alfa trasparente ( in alternativa in GIF, sempre con canale alfa trasparente) con dimensioni massime non superiori i 350x350 pixel. Inoltre le zampe dell'animale raffigurato, dovrebbero arrivare in linea con il margine inferiore del riquadro immagine.

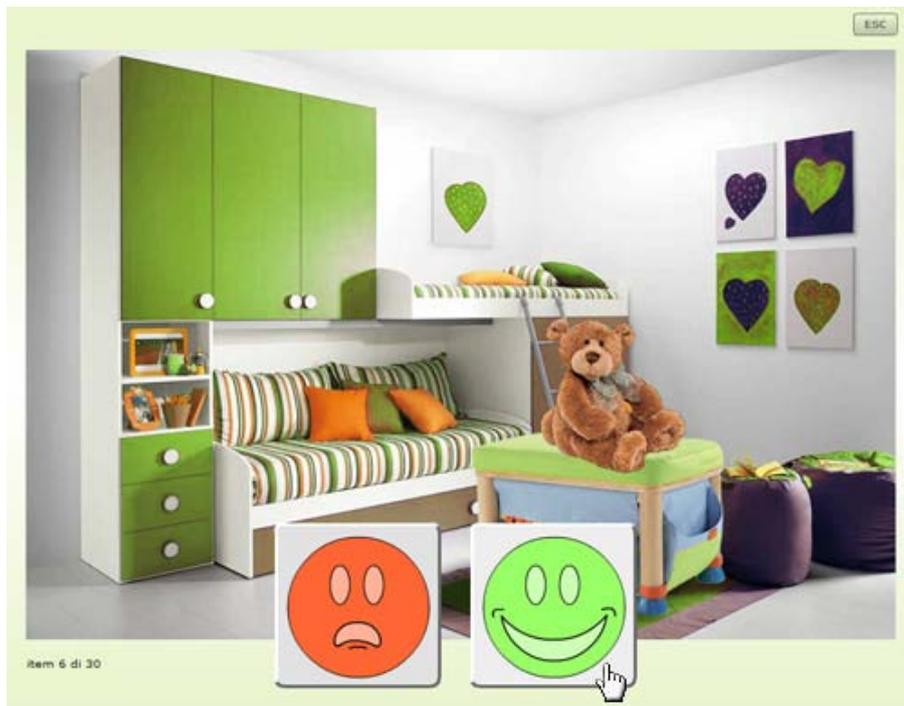
La variazione del rapporto tra immagini target e quelle distrattore avviene attraverso la compilazione di uno specifico campo, così come per il le modifiche dei tempi di presentazione e latenza tra gli stimoli.

Si consiglia, se possibile, di impostare come controller il *mouse* che, a differenza della barra spaziatrice, permette la registrazione anche dei falsi positivi: item che altrimenti verrebbero scambiati per omissioni. Il controllo tramite *mouse*, consiste nell'utilizzo di due pulsanti posti appena sotto l'immagine del recinto. Il primo di color verde (faccina che ride), il secondo di color rosso (faccina che diniega).

### 4.6 Bedroom & The Kitchen

Bedroom (Cameretta) è un *test* per indagare l'abilità di inibizione. Il software è simile a “The Fence”, presenta inizialmente al soggetto alcuni item istruzionali e, durante la prova, una sequenza temporizzata di figure di giocattoli sopra o fuori

un'area definita (*puff* al centro della cameretta). Registra le performance controllando la barra spaziatrice o due appositi pulsanti attivi sullo *stage*.



**Fig. 31:** esempio di item esercizio test Bedroom (videata programma)

La somministrazione è prevista su due o tre sessioni.

- Nella prima viene presentata l'immagine di una cameretta e viene richiesta la pressione del pulsante verde (o la barra spaziatrice), ogni volta che comparire un determinato stimolo giocattolo in una specifica collocazione spaziale (sopra il *puff* centrale). Viene ugualmente richiesto di premere il pulsante rosso (o di inibire la risposta) quando lo stimolo compare in un'altra posizione (e.g. sul letto, sull'armadio, sul pavimento, ecc).
- Nella seconda sessione la regola viene modificata. Al soggetto viene presentata l'immagine di un giocattolo campione in una cameretta<sup>26</sup> e viene richiesto di premere il pulsante verde (o la barra spaziatrice) solo alla ricomparsa dello stesso giocattolo (stimolo target uguale al campione).

<sup>26</sup> L'immagine della cameretta è diversa da quella della prima sessione.

#### 4. La Batteria

---

Dovrà invece premere il pulsante rosso (o inibire la risposta) alla comparsa di altri stimoli giocattolo (distrattori). In questa prova tutti gli stimoli compaiono nella stessa posizione della stanza.

- Nella terza sessione la prova è simile alla precedente, ma con regola e consegne invertite. Il soggetto deve premere il pulsante verde (o la barra spaziatrice) quando compare un qualsiasi stimolo giocattolo che non sia uguale a quello campione e di conseguenza premere il pulsante rosso (o inibire la risposta) in presenza del target campione.

I tempi di esposizione di ogni stimolo devono essere di pochi secondi, per una sequenza complessiva di non più di quaranta stimoli. Il rapporto impostato di default, tra target e distrattore, è di uno su quattro.

##### Sessione I

Funzioni	Carico del test
Analisi visiva	
Attenzione sostenuta	
Inibizione da interferenze percettive	
Inibizione di risposte competitive	
Memoria di lavoro	
Flessibilità (shift tra set di risposte)	
Flessibilità tra sistemi di regole	
Pianificazione	

##### Sessione II

Funzioni	Carico del test	Note
Analisi visiva		Le abilità indagate non dipendono solamente dalla prestazione richiesta dalla specifica sessione ma anche dal grado di conflitto cognitivo con le risposte richieste dalla sessione precedente.
Attenzione sostenuta		
Inibizione da interferenze percettive		
Inibizione di risposte competitive		
Memoria di lavoro		
Flessibilità (shift tra set di risposte)		
Flessibilità tra sistemi di regole		
Pianificazione		

## Sessione III

Funzioni	Carico del test	Note
Analisi visiva		Le abilità indagate non dipendono solamente dalla prestazione richiesta dalla specifica sessione ma anche dal grado di conflitto cognitivo con le risposte richieste dalla sessione precedente.
Attenzione sostenuta		
Inibizione da interferenze percettive		
Inibizione di risposte competitive		
Memoria di lavoro		
Flessibilità (shift tra set di risposte)		
Flessibilità tra sistemi di regole		
Pianificazione		

**Tab. 19:** tassonomia cognitiva delle funzioni (la barra colore giallo quantifica il carico della funzione su una scala di 4 valori)

Vengono registrati in automatico il numero di risposte corrette, il numero di falsi positivi, il numero di omissioni e viene calcolata la percentuale di errore: falsi positivi + omissioni / stimoli totali \* 100.

Nel dettaglio per ogni singolo item vengono salvati il numero di comparsa, la tipologia dello stimolo (target o distrattore) e la risposta data.

n° item	targ.	dstr.	push
1	1	0	-1
2	0	1	1
3	1	0	1
4	0	1	0
5	0	1	0
6	1	0	1
7	0	1	0
...	...	...	...
40	0	1	0

n° item = numero sequenziale item presentato  
 targ. = stimolo target campione (1=vero 0=falso)  
 dstr. = stimolo target distrattore(1=vero 0=falso)  
 push = risposta data (l'utente ha individuato lo stimolo come corretto)

**Tab. 20:** tabella risultati nel dettaglio registrati per i test Bedroom e The Kitchen

#### 4. La Batteria

---

I parametri disponibili permettono di selezionare tra le tipologie di funzionamento seguenti:

- comparsa di un oggetto per  $n$  volte fuori o dentro l'area target in modalità *random*: viene calcolato come esito positivo quando il soggetto individua l'oggetto dentro l'area target;
- comparsa di un oggetto per  $n$  volte fuori o dentro l'area target in modalità *random*: viene calcolato come esito positivo quando il soggetto individua l'oggetto al di fuori dell'area target (regola invertita);
- comparsa in modalità *random* di  $n$  oggetti per  $n$  volte sopra l'area target: viene calcolato come esito positivo quando il soggetto individua l'oggetto uguale al campione presentato;
- comparsa in modalità *random* di  $n$  oggetti per  $n$  volte sopra l'area target: viene calcolato come esito positivo quando il soggetto individua l'oggetto diverso dal campione presentato (regola invertita);

È inoltre possibile definire il numero di item da presentare, le immagini dei singoli oggetti e dello sfondo (ambiente) utilizzati nella prova, il rapporto tra immagini target e distrattore, i tempi di presentazione e latenza tra gli stimoli.

In questo programma la procedura per l'inserimento di nuove immagini è più complessa in quanto permette di personalizzare la prova in maniera più completa. Viene sempre utilizzata la cartella "*resources*" per il collocamento dei file immagine, che sono da predisporre seguendo queste indicazioni:

- immagini stimolo: formato PNG 24bit canale alfa trasparente - dimensioni massime: 260x260 pixel (circa);
- immagine area target: formato PNG 24bit canale alfa trasparente - dimensioni come nell'immagine di sfondo (si consiglia di ritagliare la parte dello sfondo utilizzando un programma dedicato);
- l'immagine di sfondo: formato JPG - dimensione: 800x550 pixel

Per le tipologie che utilizzano molte figure, sarà necessario inserire i nomi dei file separati dal carattere *pipe* "|" senza lasciare spazi e senza omettere l'estensione. Ad esempio "orsetto.png|bambola.png|cavallino.png|giocoLegno.png". Il nome del

primo file inserito viene utilizzato per richiamare l'immagine target, mentre gli altri per le immagini distrattori.

Il posizionamento personalizzato degli stimoli avviene per mezzo di un *array*<sup>27</sup> fornito con i parametri, contenente le coordinate x e y delle singole immagini all'interno dell'area. Come mostrato in questo esempio:

“280|300/290|300/ ...”

i valori delle ascisse e ordinate devono essere separati dal carattere *pipe*, mentre le coppie posizione devono venir separate dalla barra rovesciata seguendo questo schema: “xly/xly/xly” (senza lasciare mai spazi vuoti). La prima coppia posizione inserita è quella utilizzata durante le consegne iniziali.

Se le immagini degli stimoli non dovessero posizionarsi correttamente sui vari piani (o troppo in alto o troppo in basso) è possibile inserire un ulteriore valore *offset* di correzione. Questo valore positivo o negativo, dovrà essere separato dal nome del file immagine, per mezzo della barra “/”. Per fare un esempio la sintassi “teddyBear.png/40” indica al programma di spostare l'immagine dell'orsetto di 40 pixel verso il basso, mentre “teddyBear.png/-40” prevede uno spostamento dell'immagine di 40 pixel verso alto.

Infine, per conferire un effetto di profondità, è auspicabile impostare per ogni posizione y utilizzata per gli stimoli, un valore scala percentuale. Ad esempio per ridimensionare una figura del 40%, posizionata sullo sfondo a 100px dal margine superiore<sup>28</sup>, basta digitare “100/0.4”. Con la stessa strategia già utilizzata precedentemente, per separare le varie coppie valori è richiesto di utilizzare il carattere *pipe* seguendo l'esempio sintattico del tipo “360/0.5|330/0.45|420/1.2|...” e ricordandosi di non lasciare spazi vuoti. Se non vengono impostati valori la dimensione di default utilizzata sarà quella originale (100%).

Come si può capire la possibilità di “rivestimento grafico” che questo programma mette a disposizione è sostanziosa, tant'è che è stata predisposta una versione alternativa del *test* chiamata “The Kitchen”.

---

<sup>27</sup> In linguaggio informatico gli array sono strutture di dati (variabili) che contengono una serie di elementi.

<sup>28</sup> Le coordinate si riferiscono ad un sistema di assi che converge nell'angolo superiore sinistra dell'immagine di sfondo.

## 4. La Batteria

---

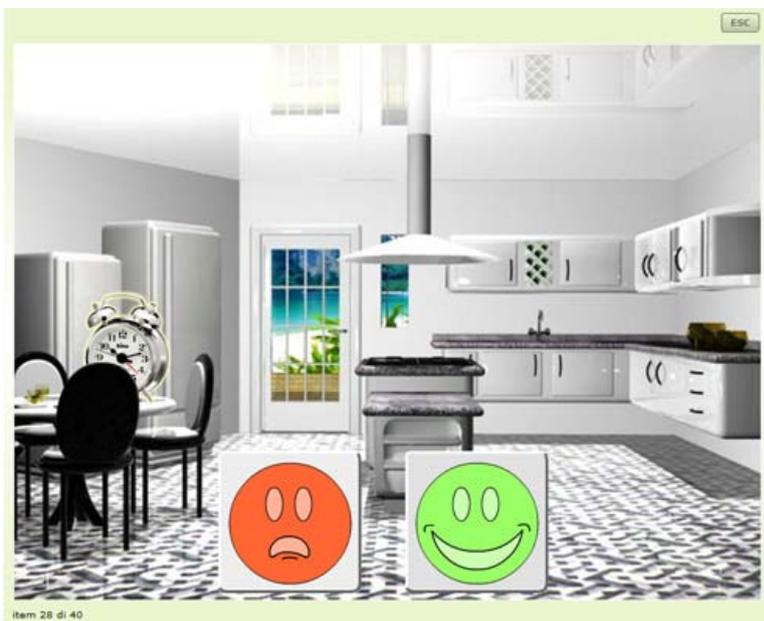


Fig. 32: esempio di item esercizio test The Kitchen (videata programma)

Si tratta di una “veste” più adatta ad un target di soggetti adulti, dove la cameretta è stata sostituita con l’immagine di una cucina, i giocattoli da utensili contestuali e l’area target con il “mobile cottura” al centro della stanza.

Per quanto riguarda la scelta del *controller*, le opzioni sono identiche a quelle del *test* “The Fence”.

### 4.7 T. Library

The Library (La Biblioteca) è un *test* ideato per indagare sulla capacità di pianificare soluzioni efficaci alla risoluzione di un compito, mettendo in atto processi di decisione strategica. Nasce da una rielaborazione dell’idea di base del “Test di Londra” di Shallice (1982), dove al soggetto viene richiesto di perseguire un modello campione, disponendo alcune sfere forate in un “sistema vincolante”, ovvero una struttura con tre pioli di diversa lunghezza che ne “vincola”, appunto, il posizionamento. Chiaramente la prova prevede che il soggetto si attenga a seguire precise regole di spostamento.

In Library il “sistema vincolante” è una libreria con dodici scaffali, capaci di contenere, a seconda della dimensione, libri posti in pila o affiancati. Le “regole di spostamento” obbligano al soggetto a muovere, uno alla volta, solo i libri posizionati in cima alle pile o all’estrema destra delle file. I libri inoltre possono essere posizionati solo su scaffali vuoti o con spazi liberi.

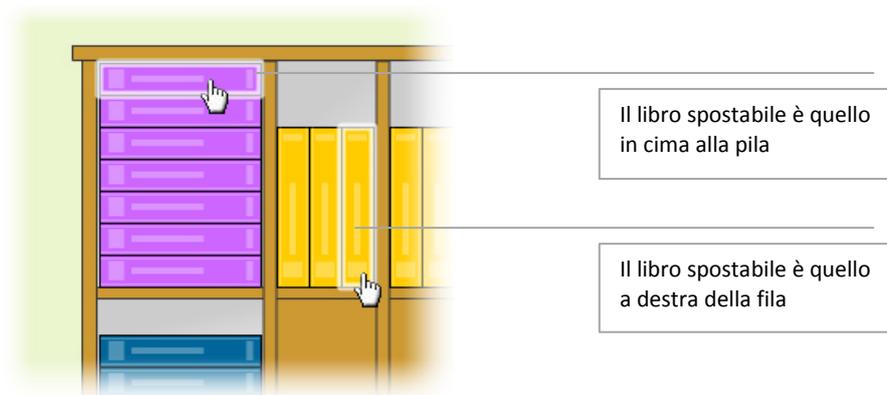


Fig. 33: vincoli di spostamento (sez. videata programma)

Al soggetto viene mostrato il modello campione, consistente in un mobile libreria con quarantasei libri disposti negli scaffali in ordine di colore. Successivamente viene ripresentata la stessa libreria con alcuni libri disposti disordinatamente. Viene richiesto quindi al soggetto di riordinare i libri come visibile nella figura (campione) mostrata inizialmente.

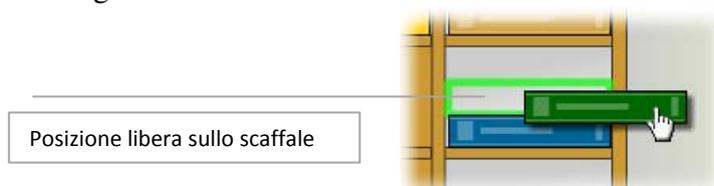


Fig. 34: disposizione libri campione e disposizione da sistemare (videate programma)

#### 4. La Batteria

---

Per effettuare lo spostamento il soggetto userà la tecnica del *drag and drop*<sup>29</sup> tramite il *mouse* o il *touchscreen* (se disponibile). Per aiutare ad individuare quali sono i libri spostabili e le posizioni libere disponibili, è stato predisposto un sistema di *help rollover*. Tale sistema evidenzia solo i libri spostabili al passaggio del *mouse* e solo le posizioni libere sugli scaffali durante il trascinamento del libro.



**Fig. 35:** esempio di *help rollover* per individuare la posizione libera sullo scaffale

È prevista una suddivisione della prova in due sessioni:

- nella prima (pianificazione semplice) il soggetto deve sistemare 12 libri in una libreria composta da 12 scaffali utili (46 libri totali).
- nella seconda (pianificazione complessa) il soggetto deve sistemare 15 libri in una libreria composta da 12 scaffali utili (46 libri totali).

Funzioni	Carico del test
Analisi visiva	
Attenzione sostenuta	
Inibizione da interferenze percettive	
Inibizione di risposte competitive	
Memoria di lavoro	
Flessibilità (shift tra set di risposte)	
Flessibilità tra sistemi di regole	
Pianificazione	

**Tab. 21:** tassonomia cognitiva delle funzioni (la barra colore giallo quantifica il carico della funzione su una scala di 4 valori)

---

<sup>29</sup> successione di tre azioni, consistenti nel cliccare su un oggetto virtuale per trascinarlo in un'altra posizione, dove viene rilasciato (da wikipedia.org)

Il software registra le *performances* monitorando i vari spostamenti, contando le mosse e registrando il tempo. I risultati ottenibili sono:

- il tempo totale di esecuzione (in secondi)
- il tempo di latenza tra la presentazione dello stimolo e la prima mossa
- il numero totale di mosse eseguite
- il numero totale di mosse sbagliate
- il numero di perseverazioni, ovvero di ripetizione della stessa mossa per due o più volte consecutive.

Al termine il programma calcola la percentuale di errore dividendo il numero dei libri posizionati non correttamente, per il numero di libri totali e moltiplicando per cento.

I parametri modificabili più significativi riguardano: la disposizione dei libri sugli scaffali, la modalità di presentazione dell'immagine campione e l'attivazione dell'aiuto *rollover* per il riconoscimento dei libri spostabili.

L'operatore può optare tra due immagini del mobile libreria, una più realistica, adatta ad un utenza adulta e una graficamente più semplice, adatta ai bambini.



**Fig. 36:** le due tipologie di libreria disponibili (sez. videata programma)

Per modificare la collocazione sugli scaffali dei libri a inizio performance (libri non ordinati) e come campione (libri ordinati), viene richiesto all'operatore di utilizzato uno specifico schema di compilazione.

Quella che segue è una porzione esempio che mostra nel dettaglio, come sistemare i libri nei primi due scaffali:

#### 4. La Batteria

---

O\_1a;f\_ps,f\_ps,f\_ps,f\_ps,f\_ps,f\_ps,f\_ps;0,0,0,0,0,0,1|V\_1a;f\_gs,f\_gs,f\_gs;0,0,1|...

primo scaffale
secondo scaffale

Come si vede la sintassi richiede di utilizzare il carattere *pipe* per suddividere le strutture dei singoli scaffali, il *punto e virgola* per suddividere il nome dello scaffale dalla tipologia di libri e dagli *status*, mentre la *virgola* per separare le singole informazioni sui libri:

- "O\_1a" e "V\_1a" sono i nomi dei settori libreria (scaffali) in sequenza da sinistra a destra;
- "f\_ps", "f\_gs", ecc ... sono i nomi dei colori dei libri contenuti nello scaffale ("n" indica lo spazio libro vuoto)
- "0", "1", ecc, indicano lo *status* di ogni libro dello scaffale (1=libero 0=bloccato)

I nomi assegnati ai settori sono:

- O\_1a (libri in orizz) primo scaffale in alto a sinistra
- O\_1b (libri in orizz) secondo scaffale in alto da sinistra
- O\_1c (libri in orizz) terzo scaffale in alto da sinistra
- O\_1d (libri in orizz) quarto scaffale in alto da sinistra
- O\_2a (libri in orizz) scaffale centrale sopra a sinistra
- O\_2b (libri in orizz) scaffale centrale sopra a destra
- O\_2c (libri in orizz) scaffale centrale sotto a sinistra
- O\_2d (libri in orizz) scaffale centrale sotto a destra
- V\_1a (libri in vert) primo scaffale in basso a sinistra
- V\_1b (libri in vert) secondo scaffale in basso da sinistra
- V\_1c (libri in vert) terzo scaffale in basso da sinistra
- V\_1d (libri in vert) quarto scaffale in basso da sinistra

O_1a	V_1a	V_1b	O_1b
O_2a			O_2b
O_2c			O_2d
O_1c	V_1c	V_1d	O_1d

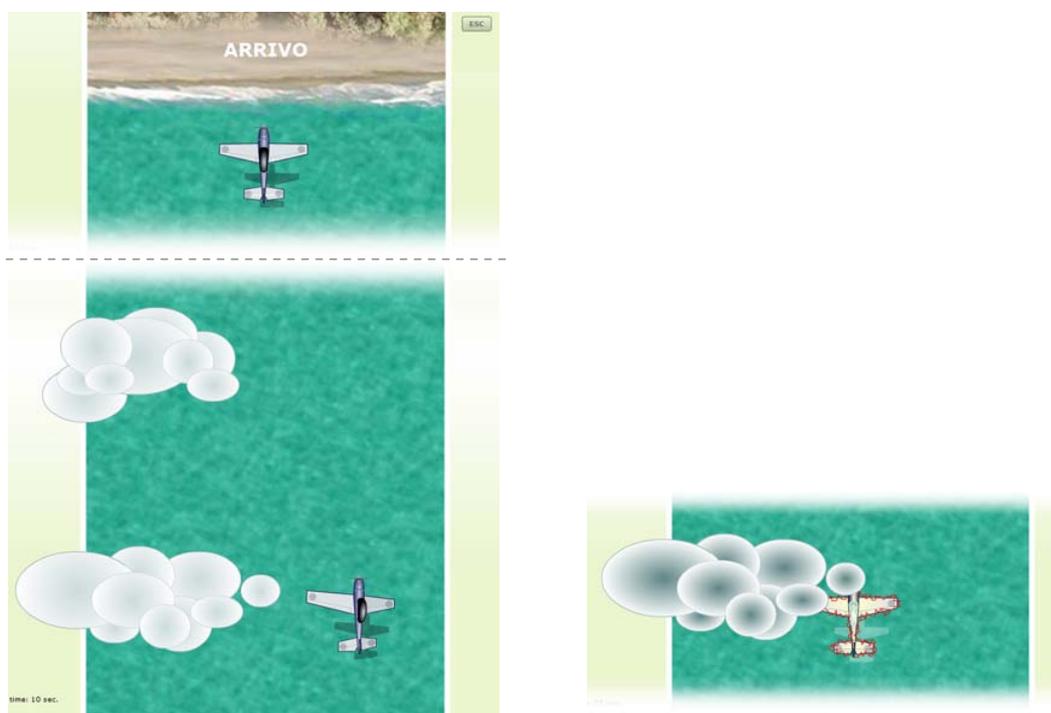
**Tab. 22:** schema con i nomi assegnati agli scaffali



### 4.8 Bermuda Triangle

Bermuda Triangle (Triangolo delle Bermuda) è un *test* per indagare sulla flessibilità cognitiva e comportamentale. Si tratta di una prova sperimentale che necessiterà sicuramente di un'attenzione particolare nelle fasi di validazione.

Viene proposto, in forma di *videogame*, il compito di sorvolare un tratto di mare alla guida di un velivolo. Con il pretesto di trovarsi in una zona particolarmente colpita da fenomeni elettromagnetici, viene richiesto al soggetto di pilotare l'aereo evitando di impattare con le nuvole che ostacolano il tragitto.



**Fig. 37:** esempio di una sessione prova, sezioni di percorso e ostacoli (sez. videate programma)

Le nuvole, se colpite, provocano il rilascio di una scarica elettrica bloccando per alcuni istanti il mezzo (si tratta chiaramente di un effetto visivo).

Nella consegna iniziale, oltre ad invitare ad una prova di guida per prendere confidenza con i controlli, il soggetto viene avvisato che potranno verificarsi delle avarie nel sistema di pilotaggio (previo segnale acustico), che provocheranno l'inversione dei comandi direzionali. Proprio durante queste avarie il soggetto dovrà effettuare lo *shift* cognitivo/comportamentale tra risposte competitive, riadattando il

movimento per le virate. Lo *switch* dei comandi avviene quattro volte durante prova, obbligando il mantenimento dello stato attentivo per l'intera durata del *test* (circa due minuti).

Funzioni	Carico del test
Analisi visiva	
Attenzione sostenuta	
Inibizione da interferenze percettive	
Inibizione di risposte competitive	
Memoria di lavoro	
Flessibilità (shift tra set di risposte)	
Flessibilità tra sistemi di regole	
Pianificazione	

**Tab. 23:** tassonomia cognitiva delle funzioni (la barra colore giallo quantifica il carico della funzione su una scala di 4 valori)

Il software registra ...

- il numero totale degli impatti con le nuvole
- il numero di impatti avvenuti con il controllo di navigazione “normale”
- il numero di impatti avvenuti con controllo di navigazione “invertito”
- il numero totale di ostacoli presentati

Al termine calcola la percentuale di errore dividendo il numero totale di impatti per il totale di ostacoli e moltiplicando per cento. Nel dettaglio viene registrato, per ogni singolo impatto, sia il numero sequenziale dell'ostacolo, sia lo *status* dei controlli di navigazione (normale o invertito).

n° hurdle	switch
15	1
23	1
32	0

n° hurdle = numero sequenziale ostacolo impattato (nuvola)  
 switch = status controlli di navigazione (1=invertito 0=normale)

**Tab. 24:** tabella risultati nel dettaglio registrati per i test B.Triangle

#### 4. La Batteria

---

Tra gli aspetti più interessanti riguardo i parametri settabili, troviamo la possibilità di modificare il grado di difficoltà del compito, grazie alla combinazione tra la velocità dell'aereo e la frequenza degli ostacoli da presentare. Le opzioni disponibili sono:

- bassa difficoltà = bassa frequenza ostacoli
- media difficoltà = media frequenza ostacoli con incremento velocità
- alta difficoltà = alta frequenza ostacoli con incremento velocità

La modalità con cui vengono presentati gli ostacoli può essere fissa o casuale. Nella prima vengono prestabilite la forma e la posizione di tutte le nuvole della sequenza di presentazione. Nella seconda viene richiesto al programma di predisporre una sequenza casuale. Queste differenze permettono di somministrare, sia prove identiche una all'altra, adatte quindi a sessioni di *assessment* comparabili tra di loro, sia prove differenziate, a loro volta più adatte a *training* di tipo riabilitativo.

L'avviso acustico, che indica al soggetto che è in corso un'avaria, può essere attivato o disattivato. Nel caso di attivazione si può impostare, se necessario, un valore in secondi di ritardo, tra il segnale ed il cambio della regola.

Particolare attenzione è stata data al sistema di guida, predisponendo diverse modalità, di cui tre per il controllo con il *mouse*:

1. l'aereo segue il movimento destro e sinistro del *mouse* (mantenendo sempre la stessa velocità di virata)
2. l'aereo viene spostato attraverso la pressione del tasto sinistro e del tasto destro del *mouse* (mantenendo sempre la stessa velocità di virata)
3. spostamento tramite tecnica del *drag and drop* cliccando sopra l'aereo (in questo caso la velocità di virata dipende dalla velocità di spostamento del *mouse*)

Per il controllo da tastiera (keyboard) si possono sostituire i tasti direzionali associati per default:

- [A] per il movimento a sinistra,
- [L] per il movimento a destra.

Gli altri parametri modificabili sono:

- la durata della prova in secondi (si consiglia di non impostare una durata inferiore al minuto)
- la possibilità di iniziare con i controlli già invertiti (modalità utile per suddividere la prova in più sessioni)
- il numero di volte in cui attivare il cambio regola:
  - 0 = il sistema di guida rimane invariato
  - 1 = a metà della prova il sistema di guida viene invertito
  - 2 = ad un terzo della prova il sistema di guida viene invertito - viene ripristinato quello normale a due terzi della prova
  - $N = e\ cos\grave{a}\ via\ \dots$

## 4.9 Caratteristiche generali di tutte le prove

Sotto l'aspetto procedurale, tutti i *test* vengono attivati dal pulsante [ACTIVE TEST] posizionato nella videata home L'operatore può eseguire l'uscita forzata, durante l'esecuzione delle prove<sup>30</sup>, per mezzo di un pulsante dedicato [ESC]. Per evitare che il comando di chiusura venga utilizzato accidentalmente dall'utente, viene richiesta la pressione contemporanea anche del tasto X della *keyboard*.

Come già anticipato c'è la possibilità di selezionare la lingua per le presentazioni scritte e vocali delle consegne. Attualmente sono disponibili solo l'italiano e l'inglese, ma il software è predisposto per implementarne altre.

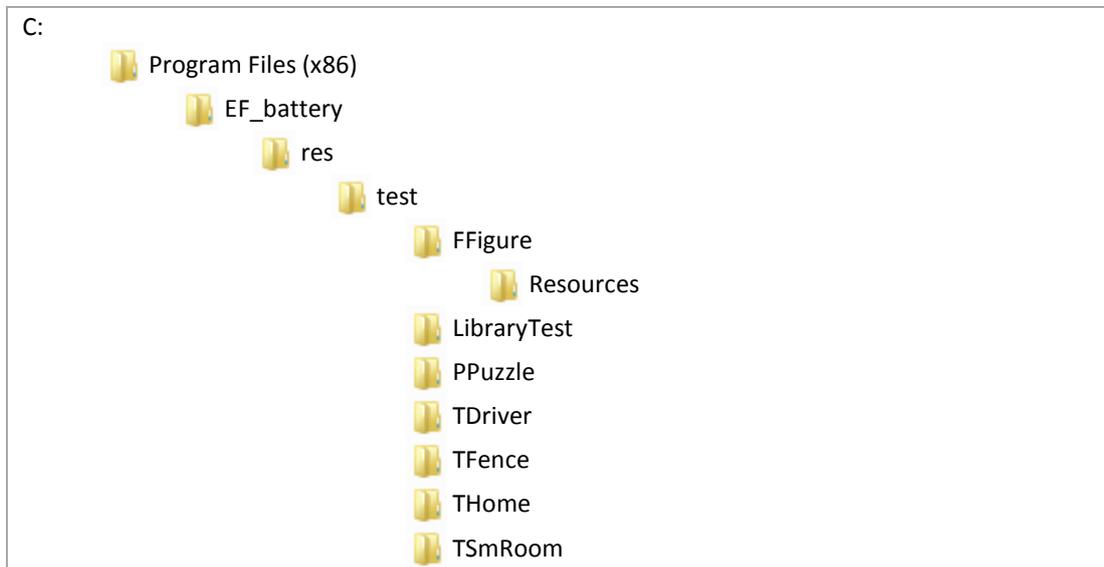
Riguardo aspetti più tecnici di funzionamento, è da precisare che i *test*, per essere avviati direttamente dal programma gestionale, devono essere tutti raccolti nella cartella del programma ".../res/test". I file di ogni singolo *test* dovranno a loro volta essere contenuti all'interno di una *directory* nominata come il file eseguibile, assieme alla *sotto directory* "resources" a sua volta predisposta per i file multimediali e le informazioni "strutturali".

---

<sup>30</sup> Escludendo in questo modo la registrazione dei risultati

## 4. La Batteria

---



**Fig. 38:** schema struttura corretta delle cartelle per il funzionamento dei collegamenti test

# 5

## Validazione: evidenze di attendibilità e validità

### 5.1 Introduzione

Con lo studio pilota, il focus è stato posto sul controllo funzionale e qualitativo della batteria. Si è scelto di procedere alla validazione della stessa, operando su fasce di soggetti in età evolutiva antecedente al periodo puberale, in modo tale da cogliere il graduale processo di sviluppo delle funzioni esecutive, prima che giungano a piena maturità in epoca adolescenziale.

L'obiettivo perseguito è stato quello di verificare il declinarsi di passi o sequenze di stadi, evidenziare possibili disarmonie tipiche e stabilire se le stesse possono essere assunte come indicatori o indici di Disfunzionalità Esecutiva.

Lo studio-pilota si è articolato in due parti. Una prima somministrazione delle prove, seguita da un'analisi qualitativa dei dati, è stata programmata con lo scopo d'individuare eventuali difetti e inefficienze funzionali, collegate soprattutto alla fruibilità dello strumento da parte di soggetti in età evolutiva.

Una seconda somministrazione pilota, eseguita dopo aver adottato una serie di accorgimenti e ri-parametrazioni dei *test*, attraverso la quale sono stati raccolti i dati per una prima analisi sulla validità di costruito delle prove.

### 5.2 Studio pilota

Lo studio pilota ha previsto due fasi distinte,

1. la prima incentrata su una analisi di tipo qualitativo per effettuare un controllo sulla fruibilità dello strumento e nello specifico sulla complessità degli item nonché sull' adeguatezza dei parametri psicometrici impostati, delle consegne e dei sistemi di input utilizzati (*controller*), in modo da poter implementare eventuali adattamenti sulle criticità riscontrate
2. la seconda fase per verificare la capacità della batteria di costituire uno strumento adeguato alla misurazione delle FE, tracciando quindi le possibili strade per l'analisi della validità di costruito dei singoli reattivi e dell'intera batteria.

In via preliminare, è comunque opportuno sottolineare come la validità dei singoli reattivi derivi in parte dal fatto, che gli stessi si basano su modelli già utilizzati per costruire strumenti validati per l'analisi delle FE, attraverso un'analisi delle corrispondenze tra componenti elementari delle FE e singole prestazioni senso-cognitivo-motorie coinvolte in ciascun *test*.

### 5.3 Prima Fase: analisi qualitativa sulla fruibilità degli strumenti

Il *test* pilota è stato principalmente organizzato per controllare la complessità degli item e verificare la bontà dei parametri psicometrici impostati:

- temporalizzazioni,
- aspetti grafici,
- semplicità d'azione,
- training istruzionali,
- controller,

risultando quindi un primo ed importante contributo sul controllo di quelle variabili che possono concorrere all'errore di misurazione, quali ad esempio le istruzioni scadenti, la possibilità di risposte casuali, ecc., o che possono alterare e distorcere l'attendibilità dei *test*, come ad esempio il livello di difficoltà degli item

### 5.3 Prima Fase: analisi qualitativa sulla fruibilità degli strumenti

(effetto pavimento o soffitto), le variabilità soggettive introdotte dal valutatore nelle consegne, ecc.

Si tratta di una fase d'importanza strategica che ha permesso di apportare eventuali modifiche nella messa a punto dello strumento stesso, condizione indispensabile per procedere ad ulteriori avanzamenti della ricerca in termini di validazione e successivamente di standardizzazione.

#### 5.3.1 Campione e stratificazione

La prima somministrazione è stata effettuata su un gruppo di 63 soggetti in età evolutiva, con particolare riferimento alle fasce d'età precedenti il pieno sviluppo delle funzioni esecutive (e quindi prima della pubertà).

Il campione è stato stratificato su due fasce d'età: 5 e 8 anni, con una numerosità di 36 soggetti per la prima fascia (20 m. e 16 f.) e 27 soggetti per la seconda (13 m. e 14 f.).

#### 5.3.2 Tipologia dei compiti sperimentali e parametri utilizzati

Sono stati parametrizzati quattro *test*, denominati rispettivamente “P.Puzzle”, “F.Figure”, “T.Bedroom” e “T. Library” che prevedevano la valutazione delle seguenti abilità: analisi visiva, attenzione sostenuta, inibizione, flessibilità e pianificazione.

Il *test* “T.Bedroom” è stato suddiviso in tre sessioni prevedendo compiti diversi in modo da valutare lo *shift* tra set di risposte comportamentali di inibizione e flessibilità, in particolare nelle ultime due (somministrate sequenzialmente).

Si riportano di seguito i parametri utilizzati:

5 anni		
prova	parametro	valore
P.Puzzle	n° totale item	20
	n° totale target	10
	tempo di presentazione della figura campione	10 sec
	tempo di presentazione degli stimoli	3 sec
	tempo di latenza tra gli stimoli	2 sec
	tipo controller (mouse o space bar)	spacebar

## 5. Validazione: evidenze di attendibilità e validità

F.Figure	n° di colonne della matrice	5
	n° di righe della matrice	10
	rapporto target/distrattori per riga	2/3
	visualizza o cela stimolo campione	view
	tempo di esposizione stimolo campione	5 sec
	modalità di calcolo dei risultati	simple
	immagini utilizzate	(casa, tempio, mare, bosco)
	blocco effetto premuto sull'evento di selezione	false
	valore iconico delle immagini	alto
T.Bedroom I sess.	n° totale Item	30
	rapporto target/distrattori	1/3
	tipologia funzionamento test	random 1 oggetto X volte
	tempo di presentazione degli stimoli	3 sec
	tempo di latenza tra gli stimoli	1 sec
	immagini stimolo	orsetto
	tipo controller (mouse o space bar)	spacebar
T.Bedroom II sess.	n° totale Item	30
	rapporto target/distrattori	1/3
	tipologia funzionamento test	random y oggetti X volte
	tempo di presentazione degli stimoli	3 sec
	tempo di latenza tra gli stimoli	1 sec
	immagini stimolo	4 giocattoli
	tipo controller (mouse o space bar)	spacebar
T.Bedroom III sess.	n° totale Item	30
	rapporto target/distrattori	1/3
	tipologia funzionamento test	random y oggetti X volte (inv)
	tempo di presentazione degli stimoli	3 sec
	tempo di latenza tra gli stimoli	1 sec
	immagini stimolo	4 giocattoli
	tipo controller (mouse o space bar)	spacebar
T. Library	tipo libreria e struttura	12 scaffali utili
	help rollover	true
	tipo libreria	semplificata
	tipo di visualizzazione campione	sempre visibile lateralmente
	attivazione uscita	con pulsante

**Tab. 25:** tabella parametri - utilizzati con soggetti di 5 anni

**5.3 Prima Fase:**  
**analisi qualitativa sulla fruibilità degli strumenti**

<b>8 anni</b>		
<b>prova</b>	<b>parametro</b>	<b>valore</b>
P.Puzzle	n° totale item	20
	n° totale target	10
	tempo di presentazione della figura campione	10 sec
	tempo di presentazione degli stimoli	3 sec
	tempo di latenza tra gli stimoli	2 sec
	tipo controller (mouse o space bar)	mouse
F.Figure	n° di colonne della matrice	5
	n° di righe della matrice	10
	rapporto target/distrattori per riga	2/3
	visualizza o cela stimolo campione	view
	tempo di esposizione stimolo campione	5 sec
	modalità di calcolo dei risultati	simple
	immagini utilizzate	(casa, tempio, mare, bosco)
	blocco effetto premuto sull'evento di selezione	false
	valore iconico delle immagini	alto
T.Bedroom I sess.	n° totale Item	30
	rapporto target/distrattori	1/3
	tipologia funzionamento test	random 1 oggetto X volte
	tempo di presentazione degli stimoli	3 sec
	tempo di latenza tra gli stimoli	1 sec
	immagini stimolo	orsetto
	tipo controller (mouse o space bar)	mouse
T.Bedroom II sess.	n° totale Item	30
	rapporto target/distrattori	1/3
	tipologia funzionamento test	random y oggetti X volte
	tempo di presentazione degli stimoli	3 sec
	tempo di latenza tra gli stimoli	1 sec
	immagini stimolo	4 giocattoli
	tipo controller (mouse o space bar)	mouse
T.Bedroom III sess.	n° totale Item	30
	rapporto target/distrattori	1/3
	tipologia funzionamento test	random y oggetti X volte (inv)
	tempo di presentazione degli stimoli	3 sec
	tempo di latenza tra gli stimoli	1 sec
	immagini stimolo	4 giocattoli
	tipo controller (mouse o space bar)	mouse

## 5. Validazione: evidenze di attendibilità e validità

---

T. Library	tipo libreria e struttura	12 scaffali utili
	help rollover	true
	tipo libreria	semplificata
	tipo di visualizzazione campione	sempre visibile lateralmente
	attivazione uscita	con pulsante

**Tab. 26:** tabella parametri - utilizzati con soggetti di 8 anni

### 5.3.3 Condizione dell'esperimento

Le prove sono state somministrate in modo individuale nel laboratorio informatico dei diversi plessi, al fine di poter procedere allo svolgimento tranquillo e senza interruzioni delle prove stesse. Prima della somministrazione dei *test* ogni alunno è stato sottoposto ad un esercizio-prova per verificare il corretto utilizzo della tastiera (barra spaziatrice); nessun bambino ha riscontrato problemi.

Particolare cura è stata posta alla presentazione delle consegne, soprattutto nel caso di bambini della scuola d'infanzia, prevedendo degli item di prova e utilizzando un "personaggio" che fungeva da filo conduttore.

Al fine di evitare effetti legati alla stanchezza o all'*overload* attentivo la somministrazione è stata suddivisa in tre sessioni, mantenendo uno specifico ordine di presentazione delle singole prove all'interno di ogni sessione. Ciò anche per verificare un possibile effetto 'apprendimento', ossia l'impatto facilitante o inibente che l'esecuzione di un singolo *test* esercita sullo svolgimento di quello successivo (nello specifico sulle prove di valutazione dello *shift* tra set di risposte comportamentali di inibizione). Tale procedura ha permesso di compiere anche una meta-analisi sia sui dati di ogni singola prova, sia sul *trend* di risposta (flessibile o rigido) tra i diversi *test*.

Le consegne venivano lette lentamente prima dell'inizio della prova, quindi ci si accertava della comprensione delle stesse. Si ritiene che tale modalità non abbia inficiato l'attendibilità del *test*, poiché la procedura non prevedeva elementi informativi aggiuntivi ma unicamente la riletture della consegna.

Durante l'esecuzione delle prove è stata utilizzata una scheda per la registrazione delle annotazioni operative e le difficoltà riscontrate rispetto la comprensione

delle consegne, le procedure utilizzate, la qualità delle immagini, i tempi di esposizione e di latenza degli stimoli, ecc.

#### **5.3.4 Risultati e adattamenti**

Sono state rilevate difficoltà nell'utilizzo del mouse con gli alunni della scuola d'infanzia, non ancora usi all'utilizzo del computer stesso. Infatti i due *test* "Find figure" e "Library" non prevedono una modalità d'interazione alternativa al *mouse* e la contemporanea richiesta di attenzione alla prova e utilizzo del puntatore si rivelava una forte componente distrattiva. Si è deciso quindi di ricorrere alla presenza di un somministratore, quale mediatore bambino/pc.

Di seguito alcune considerazioni riguardanti la comprensione delle consegne, i tempi di presentazione degli stimoli, il tempo di latenza e la qualità delle immagini.

- *Comprensione delle consegne*: la maggior parte dei soggetti ha riscontrato difficoltà nella comprensione della consegna dei *test* "Bedroom I", "Bedroom III" e "Library" per una poco chiara corrispondenza 'consegna/immagine mostrata'. Per i *test* "Bedroom" sono quindi state riscritte ed aumentate le sequenze istruzionali in modo da eliminare eventuali equivoci interpretativi. Anche per il *test* "Library" è stata rielaborata la consegna modificando anche i tempi di espositivi, in quanto risultati troppo rapidi.
- *Tempi di presentazione e latenza degli stimoli*: il tempo di esposizione degli stimoli del *test* "Puzzle" è risultato troppo breve per i bambini di 5 anni, pertanto è stato aumentato di un secondo; il tempo di esposizione degli stimoli nei *test* "Bedroom" è risultato troppo lungo per gli alunni della primaria (8 anni), pertanto è stato diminuito di un secondo.
- *Qualità delle immagini*: nei *test* "Bedroom" i soggetti, dopo aver eseguito la prima sessione, hanno dimostrato un calo di attenzione e una diminuzione del desiderio di procedere, presumibilmente perché l'immagine della cameretta presente in tutte e tre le sessioni non variava, rendendo il prosieguo del compito più monotono. Sono state quindi aggiunte due nuove immagini di sfondo per riattivare l'attenzione al compito.

### 5.4 Seconda Fase: studio pilota sulla validità dello strumento

Attualmente il panorama psico-diagnostico italiano è povero di strumenti standardizzati riferiti alle funzioni esecutive nella fascia dell'età evolutiva, in particolare per l'età al di sotto degli otto anni, pertanto risulta difficile effettuare un'analisi di validità concorrente per mezzo di confronti tra i dati registrati da questa batteria e dati registrati con strumenti validati.

Si è preferito pertanto seguire dei percorsi validanti diversi, utilizzando sia l'osservazione sistematica in situazione, sia confrontando i risultati ottenuti con quelli derivanti da studi sulle tappe di sviluppo e maturazione delle FE nella fascia d'età che comprende il *range* 4-10 anni. Nel concreto la procedura utilizzata è stata la seguente:

1. verificare la validità di costruito dello strumento rispetto ai cambiamenti prestazionali attesi in considerazione di variabili anagrafiche:
  - a. profilo rispetto alla *variabilità di età* (5-8 anni) - le differenze devono risultare in accordo con le tappe di sviluppo delle FE, presenti in letteratura (Zelazo, 2010);
  - b. differenze rispetto la *variabilità di genere* - in questo caso, in base alla letteratura disponibile, non dovrebbe registrarsi una variabilità statisticamente significativa;
2. verifica della *validità concorrente* tramite un'osservazione sistematica in situazione (contesto ecologico), utilizzando indicatori di comportamento correlati alle FE indagate;
3. *analisi fattoriale esplorativa* al fine di verificare se le relazioni fra l'insieme delle variabili si possa riassumere e ridurre attraverso l'individuazione di pochi fattori (dimensioni latenti) corrispondenti concettualmente alle funzioni esecutive precedentemente evidenziate.

### **5.4.1 Campione e stratificazione**

La seconda somministrazione è stata effettuata su un gruppo di 50 soggetti in età evolutiva, con particolare riferimento alle fasce d'età precedenti il pieno sviluppo delle funzioni esecutive (prima della pubertà).

Il campione è stato stratificato su due fasce d'età (5 e 8 anni), con una numerosità di 25 soggetti per fascia. Nella stratificazione sono state prese in considerazione anche le differenze di genere in modo da poter studiare le traiettorie esecutive anche in base al sesso (14 m. 11 f. nella fascia 5 anni - 13 m. 12 f. nella fascia 8 anni).

### **5.4.2 Tipologia dei compiti sperimentali e parametri utilizzati**

Sono stati riparametrizzati i quattro *test* utilizzati durante la prima fase, denominati rispettivamente “P.Puzzle”, “F.Figure”, “T.Bedroom” e “T. Library” per la valutazione delle abilità di analisi visiva, di attenzione sostenuta, di inibizione-flessibilità e di pianificazione.

### **5.4.3 Conduzione dell’esperimento**

Anche in questa fase le prove sono state somministrate in modo individuale accompagnando il bambino nel laboratorio informatico, dopo aver valutato eventuali variabili interferenti (stati di stanchezza o di ansia da prestazione, livello di familiarità con i mezzi informatici, ecc.).

Di seguito si riportano le schede con solo i parametri modificati rispetto la prima fase.

<b>5 anni</b>		
<b>prova</b>	<b>parametro</b>	<b>valore</b>
P.Puzzle	tempo di presentazione degli stimoli	4 sec.
F.Figure	nessun parametro modificato	
T.Bedroom I sess.	Immagine sfondo	camera 1
T.Bedroom II sess.	Immagine sfondo	camera 2
T.Bedroom III sess.	Immagine sfondo	camera 3
T. Library	nessun parametro modificato	

**Tab. 27:** tabella parametri modificati - utilizzati con soggetti di 5 anni

## 5. Validazione: evidenze di attendibilità e validità

8 anni		
prova	parametro	valore
P.Puzzle	nessun parametro modificato	
F.Figure	nessun parametro modificato	
T.Bedroom I sess.	Immagine sfondo	camera 1
	tempo di presentazione degli stimoli	2 sec
T.Bedroom II sess.	Immagine sfondo	camera 2
	tempo di presentazione degli stimoli	2 sec
T.Bedroom III sess.	Immagine sfondo	camera 3
	tempo di presentazione degli stimoli	2 sec
T. Library	nessun parametro modificato	

**Tab. 28:** tabella parametri modificati - utilizzati con soggetti di 8 anni

In riferimento all'analisi qualitativa effettuata nella prima somministrazione (fase 1) sono state apportate le seguenti modifiche: in ogni sessione del *test* "Bedroom" è variata l'immagine di sfondo della cameretta e per gli alunni di otto anni è stato diminuito il tempo di presentazione dei singoli stimoli. Nella prova "P.Puzzle" è stato aumentato il tempo di presentazione dei singoli stimoli con i bambini di 5 anni.

### 5.4.4 Validità di costrutto dello strumento rispetto a variabili anagrafiche

Un primo approccio all'analisi della validità di costrutto consiste nel verificare se i dati raccolti durante il secondo studio pilota sono coerenti con gli andamenti anagrafici del costrutto indagato in base alla letteratura internazionale disponibile. In altre parole, questa procedura di validazione tenta di rispondere a due quesiti collegati:

1. in primo luogo, in che modo sappiamo modificarsi il costrutto oggetto d'analisi (nello specifico le funzioni esecutive) in rapporto a variabili anagrafiche quali età e sesso? In altri termini, come cambia il funzionamento esecutivo nella sua globalità ed nel suo profilo di singole abilità, se consideriamo differenti classi di età e gruppi differenziati per genere?
2. in secondo luogo, l'andamento dei dati raccolti nello studio pilota, sono coerenti con le evidenze tratte dalle risposte ai quesiti del punto prece-

## 5.4 Seconda Fase: studio pilota sulla validità dello strumento

dente? L'andamento delle funzioni esecutive rispetto all'età ed al genere dei soggetti, evidenziato nel corso del presente studio, è assimilabile alle traiettorie descritte in letteratura dai modelli maggiormente affidabili dal punto di vista empirico e sperimentale?

È evidente come la corrispondenza tra i dati raccolti nel presente studio e quelli derivanti dall'analisi della letteratura confermi il fatto che in entrambi i casi si stia misurando il medesimo costrutto, nello specifico il funzionamento esecutivo.

### 5.4.4.1 Validità rispetto la variabilità 'età'

Per quanto riguarda la variabile 'età', la letteratura disponibile evidenzia come le funzioni esecutive compiano un percorso maturativo lungo l'arco dello sviluppo individuale dalla nascita fino al termine dell'adolescenza: tale evoluzione, tuttavia, non sarebbe lineare e cumulativa, ma procederebbe per 'salti' ovvero per netti incrementi di funzionalità. In base alle ricerche di Zelazo (2010), un importante e significativo periodo di crescita si collocherebbe tra i 5 e gli 8 anni (che, tipicamente, corrispondono alla fase di acquisizione delle abilità di letto scrittura).

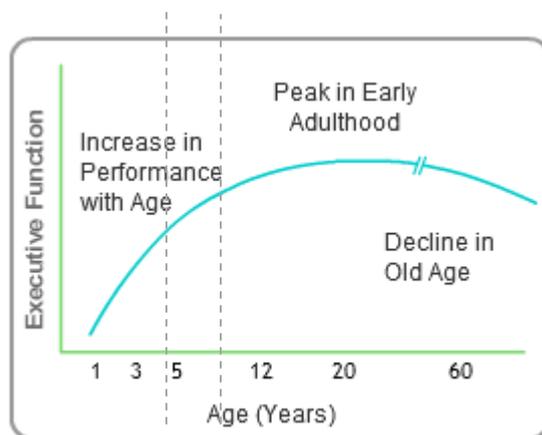


Fig. 39: funzioni esecutive nel corso della vita (Philip David Zelazo, 2010)

Partendo da tali evidenze, l'ipotesi alla base di questo primo *step* di validazione di costrutto prevede la rilevazione di differenze statisticamente significative nei risultati prestazionali tra il gruppo dei bambini di 5 e quello di 8, in coerenza con gli

## 5. Validazione: evidenze di attendibilità e validità

studi di Zelazo ed altri. Al fine di sottoporre a verifica tale ipotesi, sono state calcolate innanzitutto le descrittive del campione, come mostrato nella tabella seguente:

Età		P.Puzzle	F.Figure	Bedr. I	Bedr. II	Bedr. III	T. Library
5	<i>Mean</i>	29,4000	3,9200	20,2800	2,8400	12,0400	68,8800
	<i>Std. Dev.</i>	15,7003	4,9153	21,2515	10,5660	21,3297	46,4904
8	<i>Mean</i>	28,6000	2,5600	6,1200	,9600	2,3600	,0000
	<i>Std. Dev.</i>	16,4266	4,0216	10,0346	1,8815	3,6955	,0000

**Tab. 30:** descrittive % d'errore stratificate per fasce d'età

Da una prima lettura dei dati, si possono avanzare alcune considerazioni:

1. in primo luogo, si rilevano delle sostanziali differenze solamente in alcune prove (nello specifico, Puzzle, Bedroom I e III e Library), mentre nelle altre prove si assiste a risultati ampiamente sovrapponibile;
2. in secondo luogo, tali differenze vanno prevedibilmente nella direzione di una migliore performance da parte dei bambini di 8 anni;
3. nella fascia d'età di 5 anni, si registrano dei valori di deviazione standard particolarmente elevati, evidenziando una forte eterogeneità prestazione intra-gruppo;
4. nel caso dei bambini di 8 anni tale eterogeneità permane solo in alcune prove (Puzzle e Bedroom I) mentre nelle altre si rilevano prestazioni maggiormente omogenee.

Questi elementi di riflessione consentono di formulare alcune conclusioni, seppur provvisorie: da un lato, possiamo ipotizzare un netto miglioramento esecutivo col crescere dell'età, come prevedibile in base agli studi prima menzionati; dall'altro lato, oltre ad un incremento prestazionale, possiamo attenderci anche una maggiore omogeneizzazione prestazionale, segnalando una riduzione di quelle oscillazioni proprie di fasce d'età precedenti e riportabili a funzioni frontali ancora in gran parte immature.

Tuttavia, proprio l'elevato valore di deviazione standard in molte prove testimonia la necessità di non potersi affidare ad una semplice analisi visiva delle differen-

## 5.4 Seconda Fase:

### studio pilota sulla validità dello strumento

ze: di conseguenza, si è proceduto ad un'analisi della varianza con variabile indipendente dicotomica 'età':

ANOVA

		df	F	Sig.	
<b>P.Puzzle</b>	Between Groups	1	,031	,861	
	Within Groups	48			
<b>F.Figure</b>	Between Groups	1	1,146	,290	
	Within Groups	48			
<b>Bedroom I</b>	Between Groups	1	9,076	,004	*
	Within Groups	48			
<b>Bedroom II</b>	Between Groups	1	,767	,385	
	Within Groups	48			
<b>Bedroom III</b>	Between Groups	1	4,999	,030	*
	Within Groups	48			
<b>T. Library</b>	Between Groups	1	54,878	,000	**
	Within Groups	48			

\* significativo a 0,05 \*\* significativo a 0,01

**Tab. 31:** tabella ANOVA

La tabella mostra che la differenza risulta statisticamente significativa nel caso di tre prove: Bedroom I e III ma, soprattutto, nella T.Library, con  $p < 0,001$ . Nel caso delle altre prove, viceversa, la differenza rilevata visivamente non è significativa sul piano statistico, inficiata evidentemente dagli elevati livelli di dispersione dei dati. Come possiamo commentare tali dati?

Con sufficiente attendibilità, possiamo affermare come esista una differenza significativa per quanto riguarda la variabile età soprattutto nelle prove più tipicamente esecutive (Bedroom I: *inibizione*, Bedroom III: *flessibilità*, T.Library: *pianificazione*), in accordo con le tappe del corso di sviluppo delle Funzioni Esecutive discusse in letteratura.

Viceversa, le prove meno sensibili alle differenze d'età, ossia per le quali non si registrano differenze statisticamente significative (P.Puzzle e F.Figure in particolare), molto probabilmente misurano abilità più basilari (come l'analisi visiva), che

## 5. Validazione: evidenze di attendibilità e validità

caricano meno sulla funzionalità frontale e che, pertanto, potrebbero svilupparsi precocemente: per tali motivi, l'anova non mostrerebbe significatività statistica.

In conclusione, allora, questa prima via di analisi della validità di costruito sembra fornire risultati incoraggianti, mostrano come la batteria EF misuri un costrutto la cui evoluzione temporale rispecchia le tappe di evoluzione delle funzioni esecutive discusse in letteratura.

### 5.4.4.2 Validità rispetto la variabilità 'genere'

Passando alla verifica della validità di costruito rispetto la variabile genere, la letteratura disponibile non evidenzia ad oggi differenze significative nello sviluppo delle funzioni esecutive, rispetto a quanto avviene in altri domini di abilità, come ad esempio quello linguistico.

Anche in questo caso, sono state innanzitutto analizzate le descrittive del campione con riferimento ai gruppi 'maschi' e 'femmine':

		Frequency	Percent
Valid.	maschio	27	54,0
	femmina	23	46,0
	Total	50	100,0

Gen.		P.Puzzle	F.Figure	Bedr. I	Bedr. II	Bedr. III	T.Library
M	Mean	29,4444	3,5556	16,0000	3,2963	8,9259	41,5556
	Std. Dev.	17,3390	4,4491	21,0585	10,1482	16,2076	49,5591
F	Mean	28,4783	2,8696	9,9130	,2609	5,1739	26,0870
	Std. Dev.	14,4155	4,6251	13,0938	,8643	15,6863	44,8978

**Tab. 32:** descrittive % d'errore stratificate per genere

Dalla tabella si possono notare differenze rilevanti solamente in alcune prove ed esattamente in Bedroom I e nella T.Library; negli stessi *test*, tuttavia, si rilevano valori particolarmente elevati di deviazione standard, sottolineando la forte dispersione delle prestazioni individuali.

Tale disomogeneità intra-gruppo sembra d'altra parte caratterizzare entrambi i sessi, non rappresentando pertanto un tratto specifico di gruppo, come invece abbiamo precedentemente sottolineato a proposito della differenza tra bambini di 5

**5.4 Seconda Fase:  
studio pilota sulla validità dello strumento**

anni (particolarmente disomogenei al loro interno) e bambini di 8 anni (con prestazioni maggiormente omogenee e stabili).

L'anova ad una via con variabile indipendente dicotomica 'genere' registra un'assenza di differenze significative, come riportato nella tabella seguente:

		df	F	Sig.
<b>P.Puzzle</b>	Between Groups	1	,045	,833
	Within Groups	48		
<b>F.Figure</b>	Between Groups	1	,285	,596
	Within Groups	48		
<b>Bedroom I</b>	Between Groups	1	1,444	,235
	Within Groups	48		
<b>Bedroom II</b>	Between Groups	1	2,039	,160
	Within Groups	48		
<b>Bedroom III</b>	Between Groups	1	0,685	,412
	Within Groups	48		
<b>T. Library</b>	Between Groups	1	1,318	,257
	Within Groups	48		

**Tab. 33:** tabella ANOVA

Tali riscontri risultano pertanto coerenti con i contributi della letteratura, mostrando anche in questo caso andamenti del costrutto sostanzialmente sovrapponibili.

**5.4.5 Validità concorrente tramite un'osservazione sistematica in situazione**

Una seconda modalità per analizzare la validità di costrutto è consistita nell'utilizzare come criterio convergente non altro *test* già standardizzato (di cui si è già sottolineata la carenza nel panorama italiana, soprattutto per le fasce prescolari) ma un'osservazione sistematica comportamentale. Tale approccio si rivela interessante e vantaggioso per una serie di ragioni:

1. da un lato, considera come criterio convergente il funzionamento quotidiano del bambino in situazioni ecologiche;

## 5. Validazione: evidenze di attendibilità e validità

---

2. dall'altro lato, apre all'utilizzo della batteria come strumento predittivo delle prestazioni del soggetto non in *setting* artificiali, ma in contesti scolastici di vita quotidiana.

Pertanto, successivamente alla somministrazione delle prove strutturate, è stato preso in esame un campione di cinque bambini che richiedevano un maggiore approfondimento valutativo a causa di specifiche criticità comportamentali già rilevate dalle insegnanti. L'osservazione sistematica è durata per un periodo di tempo di 10 ore suddivise in 6 giorni scolastici. Per ogni soggetto è stata compilata una scheda. Per poter svolgere l'osservazione sistematica, sono stati scelti i seguenti indicatori di comportamento correlati alle FE indagate:

- Inibizione:
  - mantenere l'attenzione sullo stimolo rilevante anche in presenza di distrattori ambientali;
  - riprendere dopo pochi secondi l'attività dopo un evento distraente, manifestando così adeguate abilità di ri-orientamento attentivo.
- Pianificazione:
  - seguire una sequenza logica delle azioni;
  - riconoscere e selezionare il materiale necessario per svolgere il compito.

La procedura ha permesso di mettere a confronto i risultati emersi dai *test*, in un contesto strutturato, e quelli emersi dall'osservazione sistematica, in un contesto ecologico.

code	Inibizione		Pianificazione	
	Oss.	Test	Oss.	Test
1M	,500	,600	,000	1,000
12M	,750	,230	,000	1,000
25M	,830	,630	,000	1,000
32F	1,000	,360	,000	,000
41F	,830	,100	,000	1,000

**Tab. 34:** confronto tra test e osservazione sistematica (percentuali errore)

Prendendo in esame l'inibizione con i suoi rispettivi indicatori emerge una scarsa correlazione tra i risultati dell'osservazione sistematica e i *test* computerizzati, in quanto si notano maggiori problematiche, soprattutto durante l'osservazione sistematica, da imputare probabilmente ai numerosi *input* da inibire all'interno di un contesto ecologico.

Per quanto riguarda la pianificazione vi è un'importante differenza tra il *test* T.Library e l'osservazione sistematica, probabilmente imputabile ai due diversi contesti. Il compito di pianificazione usato nel quotidiano (seguire una sequenza logica di azioni, riconoscere il materiale necessario per svolgere il compito all'interno di una routine) risulta più semplice rispetto il *test* che va ad indagare la pianificazione pura e che implica quindi un'analisi più complessa.

Questa analisi di validità concorrente ha consentito quindi di evidenziare come la prova computerizzata di inibizione possa non risultare completamente adeguata a valutare la funzionalità del bambino in contesti di vita quotidiana; viceversa, la prova di pianificazione, risultando maggiormente esigente, consentirebbe di analizzare in maniera 'pura' la capacità di pianificazione, astraendola da specifici e concrete situazioni di vita quotidiana.

#### **5.4.6 Analisi fattoriale**

Ulteriore strada di analisi della validità di costrutto consiste nel ricorso all'analisi fattoriale che, partendo da un numero elevato di dati, consente di arrivare ad un numero ridotto di fattori. In altre parole, con questa metodologia si possono formulare ipotesi circa le dimensioni latenti sottostanti ai costrutti sui quali è stata costruita la batteria (ad esempio, se le prove si "raggruppano" su fattori etichettabili in abilità simili) e può essere utilizzata per valutare la validità di costrutto dei *test* (Pedrabissi & Santarello, 2007).

A tal fine, si è ricorsi alla procedura dell'Analisi delle Componenti Principali (PCA). La PCA, sebbene non sia considerabile una vera analisi fattoriale, in quanto si limita a stabilire quali componenti lineari sono presenti nell'insieme dei dati e in che misura le singole variabili contribuiscono a quelle componenti, senza considerare le interazioni tra fattori, è spesso preferibile rispetto ad altre procedure fattoria-

## 5. Validazione: evidenze di attendibilità e validità

li, soprattutto in studi esplorativi in cui è parzialmente nota la struttura dei dati, in quanto rappresenta una statistica comunemente usata e solida dal punto di vista psicometrico. Inoltre, Guadagnoli e Velicer (1988) e Stevens (1992) ritengono che i risultati ottenuti con la PCA o con tecniche fattoriali alternative siano sostanzialmente sovrapponibili, quando il numero di variabili considerate è superiore a 30 e le comunalità sono maggiori di 0,7, criterio quest'ultimo soddisfatto nei dati presenti.

Di seguito vengono presentati i dati stratificati per fascia d'età:

**5 anni**

Fattori	% di varianza spiegata	% cumulativa
1	33,883	33,883
2	21,616	55,499

Tab. 35: varianza spiegata dai fattori

A livello della scuola d'infanzia, si rileva come due fattori sono in grado di spiegare oltre il 50% della varianza totale, non richiedendosi pertanto l'individuazione di ulteriori fattori, che poco aggiungerebbero in termini di varianza spiegata.

	Fattori	
	1	2
Bedroom II	,834	,233
F.Figure	,741	,211
T. Library	-,575	,573
Bedroom III	,411	,720
P.Puzzle	-,429	,433
Bedroom I	-,325	,706

Tab. 36: matrice dei fattori

La struttura fattoriale evidenzia immediatamente il differente carico delle prove sui due fattori:

- *fattore 1*: sul primo fattore caricano le prove Bedroom II e Find Figure, entrambe le quali richiedono forti abilità di discriminazione percettiva

## 5.4 Seconda Fase: studio pilota sulla validità dello strumento

sull'identità dello stimolo e di attenzione sostenuta, mentre risultano meno esigenti in termini di funzioni esecutive avanzate, come la flessibilità o la pianificazione;

- *fattore 2*: sul secondo fattore caricano le prove Bedroom I, Bedroom III e P.Puzzle. Le prime due implicano importanti ed avanzate funzioni esecutive, in particolare l'inibizione di risposte competitive e la flessibilità comportamentale e cognitiva. La prova di Puzzle richiede un'altra importante funzione esecutiva, ossia la memoria di lavoro. Si tratta sempre di abilità di maggiore sofisticazione e di più complesso controllo cognitivo da parte dell'allievo, rispetto alle abilità più basilari di discriminazione percettiva e di attenzione sostenute, misurate maggiormente dal primo fattore.

La prova di Library rappresenta un caso molto particolare, in quanto carica in modo pressoché simile sue due fattori, ma in direzione opposta: correla positivamente con le altre prove del fattore 2, indicando che tutte insieme le prove di questo fattore misurano funzioni esecutive complesse che si sviluppano in modo piuttosto coordinato ed armonico. Viceversa, la prova di Library correla inversamente con le prove del fattore 1, suggerendo una possibile ipotesi interpretativa (che sicuramente richiederà ulteriori approfondimenti di ricerca): rimanere troppo ancorati a dati percettivi (misurati dal primo fattore) potrebbe ostacolare un'adeguata capacità di pianificazione, che invece presuppone anche la capacità di allontanarsi da stimoli percettivamente salienti ma semanticamente irrilevanti.

Per quanto riguarda invece l'analisi fattoriale relativa alla fascia 8 anni, si evince una struttura maggiormente articolata in tre fattori che spiegherebbero quasi il 70% della varianza totale.

**8 anni**

Fattori	% di varianza spiegata	% cumulativa
1	27,557	27,557
2	22,731	50,289
3	18,577	68,865

**Tab. 37:** varianza spiegata dai fattori

## 5. Validazione: evidenze di attendibilità e validità

L'organizzazione tri-fattoriale viene a configurarsi nei termini seguenti:

- *fattore 1*: caricano tre prove dall'alto contenuto visuospaziale (Bedroom I e II e P.Puzzle), nelle quali il soggetto deve gestire in maniera rapida informazioni visuospaziali;
- *fattore 2*: si tratta di un fattore fortemente esecutive, caricando su di esso le prove Bedroom III (che misura sostanzialmente la flessibilità cognitiva e comportamentale) e T.Library (che invece analizza abilità di pianificazione);
- *fattore 3*: infine, rimane a se stante la prova Find Figure, che sollecita specificamente l'attenzione sostenuta e la discriminazione visiva, ossia le abilità maggiormente basali tra tutte quelle valutate.

	Fattori		
	1	2	3
<b>Bedroom I</b>	,783	3,429E-02	-,154
<b>P.Puzzle</b>	,682	-,341	-,325
<b>Bedroom II</b>	,585	,410	,496
<b>Bedroom III</b>	,307	,753	-,137
<b>T. Library</b>	-,320	,599	,197
<b>F.Figure</b>	,190	-,392	,826

Tab. 38: matrice dei fattori

Confrontando i dati delle due matrici (soggetti 5 e 8 anni) risulta quindi una maggior differenziazione per il campione 8 anni dove si distinguono tre gruppi, il primo inerente le abilità di tipo visuo-spaziale, il secondo più strettamente esecutivo e il terzo per l'attenzione sostenuta.

Si può a livello ipotetico considerare una maggior capacità di differenziazione dei *test* con il crescere dell'età, evidenziando un fattore di tipo maggiormente esecutivo, rispetto la fascia dei 5 anni, in cui invece le abilità sono più diffuse e meno differenziate.

## 5.5 Conclusioni

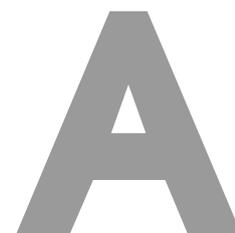
Operare in età evolutiva comporta di per sé dei problemi che attengono principalmente alle dinamiche evolutive dei soggetti interessati ad indagini di natura cognitiva, ma anche all'articolato e complessità delle variabili che entrano in gioco quando l'obiettivo è indagare sulla "natura e funzione della mente". La prudenza in tal senso ha guidato costantemente questo lavoro sia nella fase d'applicazione dello strumento, sia nell'elaborazione e valutazione dei risultati. Peraltro va sottolineata la disponibilità registrata nelle scuole coinvolte, a collaborare nell'applicazione del *test* per concorrere alla riuscita degli obiettivi.

Tenuto conto della rilevanza dei due principali obiettivi operativi, ovvero lo sviluppo dello strumento e l'individuazione delle eventuali inefficienze funzionali, soprattutto rispetto alla fruibilità dello strumento per indagini in età evolutiva, dall'analisi fin qui condotta è possibile esprimere un giudizio positivo. Giudizio che giustifica il ritenere, a questo punto, opportuno continuare nella realizzazione del progetto, anche in considerazione dei possibili vantaggi che potrebbero derivare nell'avere un nuovo strumento per indagare sui dubbi che ancora caratterizzano le "funzioni esecutive".

### 5.5.1 Collaborazioni in atto

- Azienda per i Servizi Sanitari n°4 Medio Friuli - Servizi per l'Handicap (Udine) convenzione in atto.
- FVG 2 Istituto Comprensivo di Tavagnacco (Udine) - convenzionato CTS dal MIUR.
- Centro Socio-educativo "Francesca" (Urbino) - servizi differenziati per età e localizzati nel territorio.





## Schede delle prove

### A.1 Introduzione

Questa appendice è stata predisposta per la consultazione delle schede di presentazione dei *test* sviluppati e attualmente disponibili nella Batteria. Ogni *form*, oltre a contenere le sezioni che riportano l'area d'indagine e la struttura dei risultati registrabili (*scoring*), presenta una breve descrizione del *test*, le modalità di somministrazione e l'elenco dei parametri settabili.

### A.2 P.Puzzle

<i>abilità indagata</i>	analisi visiva
<i>risorse</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ file eseguibile &gt; /batteria FE/res/test/PPuzzle/PPuzzle.swf</li><li>▪ cartella risorse &gt; /batteria FE/res/test/PPuzzle/resources/</li></ul>
<i>struttura della prova</i>	Il software presenta un'immagine campione per un tempo prestabilito, successivamente propone una serie di figure 'tessere' appartenenti all'immagine campione e altre di un'immagine distrattore. Vengono visualizzati sullo stage due pulsanti comando (vero/falso), in alternativa viene monitorata la pressione della barra spaziatrice (tastiera).
<i>somministrazione e consegne</i>	Si richiede di porre attenzione all'immagine campione (figura a colori). Dopo un tempo di presentazione di circa 10 secondi, vengono presentate in modalità random le figure (tessere) per tempo di presentazione di circa 2 secondi.

## A. Schede delle prove

	<p>Viene richiesto quindi di indicare se compare parte della figura campione o parte di un'altra figura. Il rapporto target /distrattori è di 1:1 per un totale di 20 figure-stimolo. La prova prevede due sessioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☐ la prima con la presentazione di un'immagine relativamente semplice,</li> <li>☐ qualora il punteggio del soggetto valutato superi una determinata soglia critica, si accede alla II sessione con un'immagine complessa.</li> </ul>
<i>scoring</i>	<p>I risultati registrati sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° risposte corrette: il soggetto emette la risposta in presenza del target</li> <li>▪ n° falsi positivi: il soggetto emette la risposta in presenza del distrattore</li> <li>▪ n° omissioni: il soggetto non emette la risposta in presenza del target</li> <li>▪ percentuale di errore (falsi positivi + omissioni / stimoli totali * 100)</li> </ul> <p>Nel dettaglio vengono registrati per ogni singolo item:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↪ numero di comparsa dello stimolo target</li> <li>↪ stimolo target corretto da individuare</li> <li>↪ stimolo target sbagliato da tralasciare</li> <li>↪ risposta data: ha individuato lo stimolo come corretto</li> </ul>
<i>setting</i>	<p>I parametri psicometrici modificabili sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° totale Item</li> <li>▪ n° totale target</li> <li>▪ tempo di presentazione della figura campione (sec.)</li> <li>▪ tempo di presentazione degli stimoli (sec.)</li> <li>▪ tempo di latenza tra gli stimoli (sec.)</li> <li>▪ immagine campione: riferimento al file immagine da utilizzare</li> <li>▪ immagine distrattore: riferimento al file immagine da utilizzare</li> <li>▪ tipo di controllo: mouse o barra spaziatrice</li> <li>▪ lingua: italiano o inglese</li> </ul>

### A.3 Find Figure

<i>abilità indagata</i>	attenzione sostenuta
<i>risorse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ file eseguibile &gt; /batteria FE/res/test/FFigure/FFigure.swf</li> <li>▪ cartella risorse &gt; /batteria FE/res/test/FFigure/resources/</li> </ul>
<i>struttura della prova</i>	<p>Il software presenta una figura campione per un tempo prestabilito, successivamente propone una serie di figure organizzate su una o due matrici, di cui alcune figure uguali a quella campione, mentre altre diverse (stimoli distrattori). Per la cattura dell'interazione utente viene monitorato l'evento click del mouse sulle figure.</p>

<p><i>somministrazione e consegne</i></p>	<p>Viene presentato lo stimolo campione, con la consegna di porvi attenzione, per un tempo di esposizione di circa 5 secondi. Dopo la comparsa della matrice di stimoli (target e distrattori), viene richiesto di cliccare (mouse) su tutte le immagini uguali a quella campione. La prova è suddivisa in una serie di sessioni di crescente difficoltà nelle quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▢ lo stimolo target aumenta il livello di complessità, passando da stimoli ad alto valore iconico a stimoli a basso valore iconico;</li> <li>▢ la matrice aumenta il numero di elementi (target e distrattori), passando da matrici semplici (5 colonne x 10 righe, con un rapporto target / distrattori di 2-3) a matrici complesse (10 colonne x 20 righe, con un rapporto 3-7).</li> </ul>
<p><i>scoring</i></p>	<p>I risultati registrati sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° risposte corrette: il soggetto emette la risposta in presenza del target</li> <li>▪ n° falsi positivi: il soggetto emette la risposta in presenza del distrattore</li> <li>▪ n° omissioni: il soggetto non emette la risposta in presenza del target</li> <li>▪ percentuale di errore (falsi positivi + omissioni / stimoli totali * 100)</li> <li>▪ n° totale di reiterazioni</li> <li>▪ tempo impiegato</li> <li>▪ mappa spostamenti</li> </ul> <p>Nel dettaglio vengono registrati per ogni singolo item:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ n° sequenziale figura</li> <li>→ figura target: vero/falso</li> <li>→ figura distrattore: vero/falso</li> <li>→ n° di click ricevuti</li> </ul>
<p><i>setting</i></p>	<p>I parametri psicometrici modificabili sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° di colonne e righe della matrice</li> <li>▪ rapporto target-distrattori per riga</li> <li>▪ mantenimento visivo o celamento dello stimolo campione</li> <li>▪ tempo di esposizione stimolo campione (sec.)</li> <li>▪ modalità di calcolo dei risultati: a singola o doppia scheda</li> <li>▪ immagini: riferimento al file immagine da utilizzare</li> <li>▪ attivazione del blocco "effetto premuto" sull'evento di selezione</li> <li>▪ valore iconico delle immagini</li> <li>▪ tracciamento performance: salvataggio del file mappa spostamenti</li> <li>▪ lingua: italiano o inglese</li> </ul>

## **A.4 The Fence**

<p><i>abilità indagata</i></p>	<p>inibizione</p>
--------------------------------	-------------------

## A. Schede delle prove

<i>risorse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ file eseguibile &gt; /batteria FE/res/test/TFence/TFence.swf</li> <li>▪ cartella risorse &gt; /batteria FE/res/test/TFence/resources/</li> </ul>
<i>struttura della prova</i>	Il software presenta una sequenza di figure di animali all'interno o all'esterno di un'area circoscritta (un recinto). Registra le performance controllando le pressioni della barra spaziatrice o sui pulsanti comando visualizzati sullo stage (a seconda della modalità impostata).
<i>somministrazione e consegne</i>	La prova è organizzata in due sessioni. Nella prima viene richiesto al soggetto di individuare quando compare l'immagine dell'animale target dentro al recinto, e di indicare (od astenersi) quando compare fuori dal recinto. Nella seconda sessione o la regola viene invertita o viene cambiata facendo comparire più animali (questa volta tutti all'interno del recinto) ed richiedendo al soggetto di individuare solo quello target. Il rapporto tra target e distrattori è di 2-3, mentre il tempo di esposizione di ciascuno stimolo non dovrebbe superare il secondo.
<i>scoring</i>	<p>I risultati registrati sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° risposte corrette: il soggetto emette la risposta in presenza del target</li> <li>▪ n° falsi positivi: il soggetto emette la risposta in presenza del distrattore</li> <li>▪ n° omissioni: il soggetto non emette la risposta in presenza del target</li> <li>▪ percentuale di errore (falsi positivi + omissioni / stimoli totali * 100)</li> </ul> <p>Nel dettaglio vengono registrati per ogni singolo item:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↪ n° item</li> <li>↪ stimolo target corretto da individuare</li> <li>↪ stimolo distrattore sbagliato da tralasciare</li> <li>↪ risposta data: ha individuato lo stimolo come corretto o sbagliato</li> </ul>
<i>setting</i>	<p>I parametri psicometrici modificabili sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° totale Item</li> <li>▪ rapporto target-distrattori</li> <li>▪ tipologia funzionamento test: <ul style="list-style-type: none"> <li>↪ comparsa random un animale <i>N</i> volte (fuori o dentro il recinto): esito positivo = l'utente indica quando l'animale è dentro il recinto</li> <li>↪ comparsa random un animale <i>N</i> volte (fuori o dentro il recinto): esito positivo = l'utente indica quando l'animale è fuori dal recinto</li> <li>↪ comparsa random <i>N</i> animali <i>N</i> volte (solo dentro il recinto): esito positivo = l'utente indica quando compare l'animale target</li> <li>↪ comparsa random <i>N</i> animali <i>N</i> volte (solo dentro il recinto): esito positivo = l'utente indica quando compare l'animale distrattore</li> </ul> </li> <li>▪ tempo di presentazione degli stimoli (sec.)</li> <li>▪ tempo di latenza tra gli stimoli (sec.)</li> <li>▪ immagini animali stimolo: riferimento ai file immagine da utilizzare</li> <li>▪ tipo di controllo: mouse o barra spaziatrice</li> <li>▪ lingua: italiano o inglese</li> </ul>

## A.5 Bedroom

<i>abilità indagata</i>	inibizione
<i>risorse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ file eseguibile &gt; /batteria FE/res/test/TSmRoom/TSmRoom.swf</li> <li>▪ cartella risorse &gt; /batteria FE/res/test/TSmRoom/resources/</li> </ul>
<i>struttura della prova</i>	Il software presenta una sequenza temporizzata di figure di giocattoli all'interno di una cameretta, dentro o fuori un'area definita. Registra le performance controllando le azioni sulla barra spaziatrice o sui pulsanti comando visualizzati nello stage.
<i>somministrazione e consegne</i>	La somministrazione prevede tre sessioni. Nella prima viene richiesto di premere un pulsante ogni volta che appare un determinato stimolo giocattolo e viene richiesto di inibire la risposta solo quando lo stimolo compare in una specifica collocazione spaziale. Nella seconda sessione si richiede di premere il pulsante alla comparsa del giocattolo uguale al campione e di inibire la risposta quando compaiono altri stimoli giocattolo distrattori (tutti nella stessa posizione). Nella terza sessione (simile alla precedente) la regola viene invertita: premere il pulsante quando compare lo stimolo distrattore ed inibire la risposta in presenza di quello uguale al campione. I tempi di esposizione stimolo dovrebbero essere di pochi secondi, all'interno di una sequenza random di circa 40 stimoli. Il rapporto tra target e distrattore è di 1-3.
<i>scoring</i>	<p>I risultati registrati sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° risposte corrette: il soggetto emette la risposta in presenza del target</li> <li>▪ n° falsi positivi: il soggetto emette la risposta in presenza del distrattore</li> <li>▪ n° omissioni: il soggetto non emette la risposta in presenza del target</li> <li>▪ percentuale di errore (falsi positivi + omissioni / stimoli totali * 100)</li> </ul> <p>Nel dettaglio vengono registrati per ogni singolo item:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ n° item</li> <li>→ stimolo target corretto da individuare</li> <li>→ stimolo distrattore sbagliato da tralasciare</li> <li>→ risposta data: ha individuato lo stimolo come corretto o sbagliato</li> </ul>
<i>setting</i>	<p>I parametri psicometrici modificabili sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° totale Item</li> <li>▪ rapporto target-distrattori (eg. 1-3 = un'immagine target su 4)</li> <li>▪ tipologia funzionamento test: <ul style="list-style-type: none"> <li>→ comparsa random un oggetto <i>N</i> volte (fuori o dentro l'area target): esito positivo = l'utente indica quando l'oggetto è dentro l'area target</li> <li>→ comparsa random un oggetto <i>N</i> volte (fuori o dentro l'area target): esito positivo = l'utente indica quando l'oggetto è fuori area target</li> <li>→ comparsa random <i>N</i> oggetti <i>N</i> volte (solo dentro l'area target): esito positivo = l'utente indica quando compare l'oggetto target</li> </ul> </li> </ul>

## A. Schede delle prove

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– comparsa random <math>N</math> oggetti <math>N</math> volte (solo dentro l'area target): esito positivo = l'utente indica quando NON compare l'oggetto target</li> <li>▪ tempo di presentazione degli stimoli (sec.)</li> <li>▪ tempo di latenza tra gli stimoli (sec.)</li> <li>▪ immagini stimolo: riferimento ai file immagine da utilizzare</li> <li>▪ nome del target per le consegne</li> <li>▪ tipo di controllo: mouse o barra spaziatrice</li> <li>▪ posizioni stimoli nell'area target</li> <li>▪ posizioni stimoli fuori area target</li> <li>▪ posizioni stimoli dietro l'area target</li> <li>▪ dimensioni (% scala) immagini stimolo</li> <li>▪ nome del file immagine di sfondo</li> <li>▪ nome file, posizione e nome dell'area target</li> <li>▪ lingua: italiano o inglese</li> </ul>
--	--

### A.6 T. Library

<i>abilità indagata</i>	pianificazione
<i>risorse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ file eseguibile &gt; /batteria FE/res/test/LibraryTest/LibraryTest.swf</li> <li>▪ cartella risorse &gt; /batteria FE/res/test/LibraryTest/resources/</li> </ul>
<i>struttura della prova</i>	<p>Il software presenta una libreria con un insieme di libri raggruppati per colore e spostabili da uno scaffale all'altro. Gli spostamenti (drag and drop) sono permessi solo negli spazi liberi degli scaffali, inoltre i libri trascinabili sono solo quelli posizionati in cima alle pile o a destra delle serie. Viene registrata la performance monitorando i vari spostamenti, contando le mosse e registrando il tempo impiegato.</p>
<i>somministrazione e consegne</i>	<p>Viene presentata una situazione campione iniziale, costituita da una libreria contenente dei libri posizionati secondo un preciso ordine per colore. Dopo un tempo prestabilito viene ripresentata la libreria con i libri disposti alla rinfusa e con la consegna di riordinare ogni scaffale per ripristinare la situazione campione. È prevista la suddivisione della prova in due sessioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ nella prima (pianificazione semplice) il soggetto dovrà sistemare 12 libri in una libreria composta da 12 scaffali utili con 46 libri totali.</li> <li>□ nella seconda (pianificazione complessa) il soggetto dovrà sistemare 15 libri in una libreria composta da 12 scaffali utili con 46 libri totali.</li> </ul>
<i>scoring</i>	<p>I risultati registrati sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ tempo totale di esecuzione (sec.)</li> <li>▪ tempo di latenza dalla presentazione dello stimolo alla 1° mossa</li> <li>▪ n° totale di mosse eseguite</li> <li>▪ n° di mosse sbagliate</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° perseverazioni: ripetizione stessa mossa più di 2 volte consecutive</li> <li>▪ percentuale di errore (libri posizionati non correttamente/libri totali*100)</li> </ul>
<i>setting</i>	<p>I parametri psicometrici modificabili sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ tipo libreria e struttura: attualmente è disponibile un unica tipologia che dispone di 12 scaffali utili</li> <li>▪ attivazione dell'aiuto <i>rollover</i> per il riconoscimento dei libri spostabili</li> <li>▪ selezione tra l'immagine di una libreria realistica e quella di una libreria graficamente semplificata (più adatta a bambini)</li> <li>▪ tipo di visualizzazione dell' immagine campione:             <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ non visualizzata</li> <li>▫ solo grande con pulsante per iniziare</li> <li>▫ sempre visibile durante la performance sulla barra laterale</li> <li>▫ sulla barra laterale per <i>N</i> secondi (da impostare)</li> </ul> </li> <li>▪ attivazione termine prova con pulsante o temporizzata (sec.)</li> <li>▪ collocazione dei libri sullo scaffale a inizio performance</li> <li>▪ collocazione dei libri sullo scaffale a performance corretta</li> <li>▪ lingua: italiano o inglese</li> </ul> <p>I colori disponibili per i libri sono 15.</p>

## A.7 Bermuda Triangle

<i>abilità indagata</i>	Flessibilità cognitiva e comportamentale
<i>risorse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ file eseguibile &gt; /batteria FE/res/test/TDriver/TDriver.swf</li> <li>▪ cartella risorse &gt; /batteria FE/res/test/TDriver/resources/</li> </ul>
<i>struttura della prova</i>	Il software si presenta in forma di videogame con un semplice sistema di guida di un aereo, gestito dal mouse o dalla tastiera. Ad un tempo prefissato i comandi direzionali vengono invertiti obbligando il pilota ad un veloce riadattamento. Viene registrata la performance controllando gli eventuali impatti del velivolo sugli ostacoli.
<i>somministrazione e consegne</i>	Nelle consegna iniziale viene presentato un aereo da pilotare con l'invito a provare i comandi per prendere confidenza con il sistema di guida. Al soggetto è richiesto di oltrepassare un gruppo di "nuvole ostacolo" senza passarci in mezzo, onde evitare scariche elettriche. Viene inoltre avvisato che il sistema di guida può andare in avaria obbligando a riadattare il movimento per le virate .
<i>scoring</i>	<p>I risultati registrati sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ n° totale impatti</li> <li>▪ n° impatti con controllo navigazione normale</li> <li>▪ n° impatti con controllo navigazione invertito</li> </ul>

## A. Schede delle prove

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ n° totale ostacoli</li><li>▪ percentuale di errore (<math>n^{\circ}\text{impatti}/\text{totale ostacoli} * 100</math>)</li></ul> <p>Nel dettaglio vengono registrati per ogni singolo impatto:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>↪ n° sequenziale ostacolo</li><li>↪ status controlli navigazione: normale o invertito</li></ul>
<i>setting</i>	<p>I parametri psicometrici modificabili sono:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ secondi durata: consigliato non sotto il minuto</li><li>▪ switch iniziale controller: vero/falso</li><li>▪ n° di volte viene attivato il cambio regola</li><li>▪ attivazione avviso cambio regola: allarme visivo e sonoro</li><li>▪ ritardo in secondi dall'allarme al cambio regola</li><li>▪ tipo di controllo: mouse o barra spaziatrice<ul style="list-style-type: none"><li>↪ mouse_cursor = l'aereo segue il movimento del mouse mantenendo sempre la stessa velocità di virata</li><li>↪ mouse_buttons = l'aereo viene spostato attraverso la pressione dei 2 tasti del mouse mantenendo sempre la stessa velocità di virata</li><li>↪ drag_and_drop = per spostare l'aereo è necessario cliccarci sopra e tenendo premuto il tasto sinistro spostarlo muovendo il mouse, in questo caso la velocità di virata dipende dalla velocità di spostamento del mouse</li><li>↪ keyboard = il controllo dell'aereo viene attivato tramite la pressione di due tasti (a scelta) della tastiera</li></ul></li><li>▪ tasto movimento a sinistra (per il controller "keyboard")</li><li>▪ tasto movimento a destra (per il controller "keyboard")</li><li>▪ grado di difficoltà:<ul style="list-style-type: none"><li>↪ basso = bassa frequenza ostacoli</li><li>↪ medio = media frequenza ostacoli ed incremento velocità</li><li>↪ alto = alta frequenza ostacoli ed incremento velocità</li></ul></li><li>▪ impostazione sequenza ostacoli random</li><li>▪ lingua: italiano o inglese</li></ul>

# B

## Schemi protocolli

### **B.1 Introduzione**

Questa sezione riporta la struttura degli schemi XML<sup>31</sup> utilizzati per la trasmissione dei dati tra il software gestionale e i programmi satellite (*test* della batteria). Vengono quindi illustrati i *marcatori* e la sintassi da utilizzare, per consentire al software di interpretare il significato dei dati contenuti nei file testo.

Questa appendice costituisce una risorsa per chi intende analizzare la struttura degli schemi e sviluppare altri reattivi da collegare alla Batteria. Ogni schema riporta una descrizione dei *tag* e ne spiega l'utilizzo.

### **B.2 Dati generali**

Il file *genData.xml*, da collocare all'interno della cartella programma, riporta nella sua struttura tutte le informazioni generali necessarie nelle fasi di importazione o esportazione di un *test*.

Segue un modello di esempio:

---

<sup>31</sup> eXtensible Markup Language

## B. Schemi protocolli

---

```
_____ codice
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<export>
  <data>
    <code>codice1</code>
    <testname>Puzzle</testname>
    <year>2011</year>
    <area>visual analysis</area>
    <filename>PPuzzle.swf</filename>
    <descript>Viene presentata un'immagine complessa ...</descript>
    <orig>>false</orig>
    <authors>
      <author>nome autore 1</author>
      <author>nome autore 2</author>
    </authors>
  </data>
</export>
```

\_\_\_\_\_ codice

La prima riga indica la versione di XML in uso e specifica la codifica UTF-8 per la corretta interpretazione dei dati.

Il tag <export> è il nodo principale che indica la funzione del protocollo.

Il tag <data> è il nodo che raccoglie tutti i dati.

Il tag <code> contiene il codice identificativo del test.

Il tag <testname> contiene il nome identificativo del test.

Il tag <year> contiene l'anno di pubblicazione del test.

Il tag <area> per identificare l'area d'indagine (es. memoria di lavoro).

Il tag <filename> deve riportare il nome del file eseguibile (compresa l'estensione).

Il tag <descript> da utilizzare per la descrizione estesa del test.

Il tag <orig> indica, tramite il valore "true" o "false", se il test appartiene alla batteria originale.

Il tag <authors> raccoglie i nodi autori.

Il tag <author> contiene il nome del singolo autore.

### B.3 Risultati generali

Anche il file `risLab.xml` deve essere contenuto all'interno della cartella programma. Riporta le informazioni necessarie ad interpretare i dati restituiti dal *test* al termine delle performances. In particolare si riferisce ai risultati generali, calcolati direttamente dal software (come ad esempio per la deviazione standard o il conteggio degli errori).

Segue un modello di esempio:

```
_____ codice
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<mainResults>
  <ris id="0" type="number" lab="err.%">percentuale di errore</ris>
  <ris id="1" type="string" lab="correct answers">risposte corrette </ris>
  <ris id="2" type="int" lab="false positives">falsi positivi</ris>
  <ris id="3" type="int" lab="omissions">omissioni</ris>
</mainResults>
_____ codice
```

La prima riga indica la versione di XML in uso e specifica la codifica UTF-8 per la corretta interpretazione dei dati.

Il tag `<mainResults>` è il nodo principale che contiene tutti i nodi con i risultati. Indica al software gestionale la funzione del protocollo.

Il tag `<ris>` è il nodo che contiene le informazioni del singolo risultato inviato. Da utilizzare per inserire una descrizione estesa del risultato.

“id” è l’attributo del tag `<ris>` che contiene l’indice progressivo del dato.

“type” è l’attributo del tag `<ris>` che indica il tipo di valore contenuto. Utilizzare una delle seguenti parole riservate:

- ⊃ int            da utilizzare per numeri interi
- ⊃ number        da utilizzare per numeri decimali
- ⊃ string        da utilizzare per stringhe alfanumeriche
- ⊃ boolean      da utilizzare per valori booleani (true/false)
- ⊃ percent      da utilizzare per valori percentuali

“lab” è l’attributo del tag `<ris>` che contiene l’etichetta da attribuire al dato nella visualizzazione risultati.

## B. Schemi protocolli

---

L'esempio successivo mostra lo schema utilizzato da un'applicazione *test* per l'invio dei dati alla batteria:

```
_____ codice  
<mainResults>  
  <res id="0">valore</res>  
  <res id="1">valore</res>  
  <res id="2">valore</res>  
  <res id="3">valore</res>  
</mainResults>;  
_____ codice
```

### B.4 Dettaglio risultati

Il file *risDt.xml* (posizionato all'interno della cartella programma) riporta le informazioni necessarie ad interpretare i dati restituiti dal *test* al termine delle performances. Si riferisce al dettaglio risultati, item per item, ed è facoltativo.

Segue un modello di esempio:

```
_____ codice  
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>  
<detailResults>  
  <ris id="0" type="int" lab="n°pz.">numero di comparsa dello stimolo </ris>  
  <ris id="1" type="int" lab="right">stimolo target corretto</ris>  
  <ris id="2" type="int" lab="wrong">stimolo target sbagliato</ris>  
  <ris id="3" type="int" lab="push">risposta data</ris>  
</detailResults>  
_____ codice
```

La prima riga indica la versione di XML in uso e specifica la codifica UTF-8 per la corretta interpretazione dei dati.

Il tag `<detailResults>` è il nodo principale che contiene tutti i singoli nodi con i risultati. Indica al software gestionale la funzione del protocollo.

Il tag `<ris>` è il nodo che contiene le informazioni del singolo risultato inviato. Viene utilizzato per inserire una descrizione estesa del risultato.

“id” è l'attributo del tag `<ris>` che contiene l'indice progressivo del dato.

“type” è l’attributo del tag <ris> che indica il tipo di valore contenuto. Utilizzare una delle seguenti parole riservate:

- ⊣ int da utilizzare per numeri interi
- ⊣ number da utilizzare per numeri decimali
- ⊣ string da utilizzare per stringhe alfanumeriche
- ⊣ boolean da utilizzare per valori booleani (true/false)
- ⊣ percent da utilizzare per valori percentuali

“lab” è l’attributo del tag <ris> che contiene l’etichetta da attribuire al dato nella visualizzazione risultati.

L’esempio successivo mostra lo schema utilizzato da un’applicazione *test* per l’invio dati alla batteria:

```
_____ codice
<item>
  <res id="0">valore</res>
  <res id="1">valore</res>
  <res id="2">valore</res>
  <res id="3">valore</res>
  <res id="4">valore</res>
  ...
  <res id="N">valore</res>
</item>
_____ codice
```

## B.5 Setting

Il file *setting.xml* (contenuto all’interno della cartella programma) riporta le informazioni necessarie ad interpretare i parametri inviati a un *test* quando attivato, permettendo così allo stesso di settarsi correttamente.

Segue un modello di esempio:

```
_____ codice
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<settingData>
  <sett id="0">
    <dscr>n° tot. item</dscr>
```

## B. Schemi protocolli

---

```
<type>int</type>
  <valDef>20</valDef>
  <range/>
</sett>
<sett id="1">
  <dscr>n° tot. target</dscr>
  <type>int</type>
  <valDef>10</valDef>
  <range/>
</sett>
<sett id="2">
  <dscr>tempo pres. figura campione (sec.)</dscr>
  <type>int</type>
  <valDef>10</valDef>
  <range/>
</sett>
<sett id="3"> ... </sett>
...
<sett id="8"> ... </sett>
  <dscr>language</dscr>
  <type>string</type>
  <valDef>it</valDef>
  <range>
    <val id="1">it</val>
    <val id="2">en</val>
  </range>
</sett>
</settingData>
```

codice

La prima riga indica la versione di XML in uso e specifica la codifica UTF-8 per la corretta interpretazione dei dati.

Il tag `<settingData>` è il nodo principale che contiene tutti i singoli nodi con i parametri. Specifica al software gestionale la funzione del protocollo.

Il tag `<sett>` è il nodo che contiene le informazioni del singolo parametro inviato.

“id” è l’attributo del tag `<sett>` che contiene l’indice progressivo del dato.

Il tag `<dscr>` utilizzato per inserire una descrizione estesa del singolo parametro.

Il tag `<type>` indica il tipo di valore contenuto. Utilizzare una delle seguenti parole riservate:

- ↳ `int` da utilizzare per numeri interi
- ↳ `number` da utilizzare per numeri decimali
- ↳ `string` da utilizzare per stringhe alfanumeriche
- ↳ `boolean` da utilizzare per valori booleani (`true/false`)
- ↳ `percent` da utilizzare per valori percentuali

Il tag `<valDef>` permette di impostare un valore di default (è il valore che viene effettivamente utilizzato dall'applicazione).

Il tag `<range>` contiene i valori preimpostati per effettuare delle selezioni (aiuta l'utente a modificare correttamente il parametro).

Il tag `<val>` con il suo attributo indice "id", permette l'inserimento delle singole voci del *range*.

L'esempio successivo mostra lo schema utilizzato dal software gestionale per passare i parametri al *test* attraverso il file `setting.xml`.

```
_____ codice
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<structure name="PPuzzle.swf" trial="false">
  <settingData>
    ...
  </settingData>
</structure>
_____ codice
```

Il tag `<structure>` è il nodo principale che contiene il tag `<settingData>` assieme ai suoi sottonodi.

“name” è l'attributo del tag `<structure>` che contiene il nome del file per l'attivazione dell'applicazione test (viene utilizzato per motivi di controllo).

“trial” è l'attributo del tag `<structure>` utilizzato per indicare all'applicazione se attivare una sessione di prova o una sessione con registrazione dei risultati (accetta come valori `true/false`).



## Bibliografia

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of Executive Function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology* , 8 (2), 12-71.
- Aron, A. R. (2008). Progress in Executive function Research: From tasks, to functions to regions to networks. *Current Directions in Psychological Science* , 17 (2), 124-9.
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior prefrontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences* , 8, 170-176.
- Atwood, T. (2007). *The complete guide to Asperger's syndrome*. Philadelphia: Jessica Kingsley.
- Baddeley, A. D., & Della Sala, S. (1996). Working memory and executive control. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* , 351, 1397-1404.
- Baddeley, A. D., Gathercole, S. E., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review* , 105, 158–173.
- Balkin, T. J., Braun, A. R., Wesensten, N. J., Jeffries, K., Varga, M., Baldwin, P., et al. (2002). The process of awakening: a PET study of regional brain activity patterns mediating the re-establishment of alertness and consciousness. *Brain* , 125, 2308–2319.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin* , 121, 65-94.
- Barkley, R. A. (2001). The executive functions and self - regulation: An evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychology Review* , 11, 1-29.
- Barkley, R. A., Grodzinsky, G., & DuPaul, G. (1992). Frontal lobe functions in attention deficit disorder with and without hyperactivity: A review and. *Journal of Abnormal Child Psychology* , 20, 163-188.
- Bartram, D., & Bayliss, R. (1984). Automated testing: past, present end future. *Journal of Occupational Psychology* (57), 221-237.

## <Bibliografia

---

- Benso, F. (2004). *Neuropsicologia dell'Attenzione. Teoria e Trattamenti nei disturbi di apprendimento*. Pisa: Del Cerro.
- Benso, F. (2007). Un modello di interazione tra il Sistema Attentivo Supervisore e i sistemi specifici nei diversi apprendimenti. *Child Development & Disabilities* , 32 (4), 39-52.
- Benso, F., & Umiltà, C. (1998). Doppie dissociazioni in reti neurali. *Giornale Italiano di Psicologia* , 25, 533-557.
- Benso, F., Berriolo, S., Marinelli, M., Guida, P., Conti, G., & Francescangeli, E. (2008). Stimolazione integrata dei sistemi specifici per la lettura e delle risorse attentive dedicate e del sistema attentivo supervisore. *Edizioni Erikson* , V (2), p. 167-181.
- Berninger, V., & Richards, T. (2002). *Brain literacy for educators and psychologists*. New York: Academic Press.
- Biancardi, A., & Stoppa, E. (1997). Il test delle campanelle modificato: una proposta per lo studio dell'attenzione in età evolutiva. *Psichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza* (64), 73-84.
- Bisiacchi, P. S., Cendron, M., Gugliotta, M., Tressoldi, P. E., & Vio, C. (2005). *BVN 5-11 Batteria di valutazione neuropsicologica per l'età evolutiva*. Trento: Erickson.
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive Functions in Children Aged 6 to 13: A Dimensional and Developmental Study. *Developmental Neuropsychology* , 26 (2), p. 571–593.
- Bryan, J., & Luszcz, M. A. (2000). Measurement of executive function: considerations for detecting adult age differences. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* , 22 (1), 40-55.
- Burgess, P. W. (1991). *Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man*. Brain: Oxford University Press.
- Burgess, P. W., Veitch, E., deLacy Costello, A., & Shallice, T. (2000). The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking. *Neuropsychologia* , 38, 848-863.

- Butchel, H. A. (1978). On defining neural plasticity. *In Archives Italiennes de Biologie*, 116 (3-4), 241-247.
- Corballis, M. C., & Beale, I. L. (1993). Orton revisited: Dyslexia, laterality, and left-right confusion. In D. Willows, R. S. Kruk, & E. Corcos (A cura di), *Visual Processes in Reading and Reading Disabilities*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cornoldi, C., & Colpo, G. (1998). *Prove di lettura MT per la scuola elementare*. Firenze: O.S. Giunti.
- Cornoldi, C., Miato, L., Molin, A., & Poli, S. (2009). *PRCR 2. Prove di prerequisito per la diagnosi delle difficoltà di lettura e*. Firenze: Ed. OS Giunti.
- Cottini, L. (1999). *Progetto Senior. La persona con handicap avanza con gli anni: strategie per contenere il deterioramento cognitivo*. Gorizia: Editrice TecnoScuola.
- Cottini, L., & Nicoletti, R. (2005). Le funzioni esecutive nel ritardo mentale e nelle difficoltà di apprendimento. *Psicologia clinica dello sviluppo* (1), 69-84.
- Damasio, A. R., & Anderson, S. W. (1993). *The frontal lobes in Clinical Neuropsychology*. Oxford University Press.
- Dehaene, S. (2009). *I neuroni della lettura*. Milano: Cortina.
- Denckla, M. B. (1996). A theory and model of executive function: a neuropsychological perspective. In G. R. Lyon, & N. A. Krasnegor, *Attention, memory, and executive function*. (p. 263-277). Baltimore: MD Paul H. Brookes.
- Elliott, R. (2003). Executive functions and their disorders. *British Medical Bulletin*, 65, 49-59.
- Fabbro, F. (2010). *Neuro psicologia dell'esperienza religiosa*. Roma: Astrolabio.
- Facello, G. S., Vio, C., & Cianchetti, C. (2006). *Test TOL, valutazione delle funzioni esecutive*. Trento: Erickson.
- Faggioli, M., & Al. (2010). *Tecnologie per la didattica*. Milano: Apogeo.
- Fedeli, D. (2007). Didattica delle funzioni esecutive. Le disfunzioni esecutive riguardanti la sfera attentiva. *Psicologia e Scuola* (137), 44-55.

## <Bibliografia

---

- Fedeli, D. (2007). Didattica delle funzioni esecutive. Le funzioni esecutive a scuola. *Psicologia e Scuola* (136), 36-46.
- Ferri, P. (2011). *Nativi digitali*. Milano: Bruno Mondadori.
- Fodor, J. (1998). *Concepts: Where Cognitive Science Went Wrong*. Oxford University Press.
- Fodor, J. (1999). *La mente modulare*. Bologna: Il Mulino.
- Fodor, J. (2000). *The Mind Doesn't Work That Way: The Scope and Limits of Computational Psychology*. MIT Press.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A Causal Link between Visual Spatial Attention and Reading Acquisition. *Current Biology*, 22 (9), 814-819.
- Frankl, V. E. (1984). *The Unheard Cry for Meaning: Psychotherapy and Humanism*. New York: Washington Square Press.
- Gauthier, L., Dehaut, F., & Joanette, Y. (1989). The bells test: a quantitative and qualitative test for visual neglect. *Int J Clin Neuropsychol* (11), 49-54.
- Goldberg, T. E., & Weinberger, D. R. (2004). Genes and the parsing of cognitive processes. *Trends Cognitive Science*, 8, 325-335.
- Greene, J., Nystrom, L. E., Engell, A. D., Darley, J. M., & Choen, J. D. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44 (2), 389-400.
- Greene, J., Sommerville, R. B., Nystrom, L. E., Darley, J. M., & Choen, J. D. (2001). An fMRI investigation of emotional in moral judgment. *Science*, 293, 2105-2108.
- Greene, R. W. (2001). *The explosive child: a new approach for understanding and parenting easily frustrated, chronically inflexible children*. New York: Perennial.
- Hale, J., & Fiorello, C. A. (2004). *School neuropsychology: A practitioner's handbook*. New York: Guilford Press.

- Heyder, K., Suchan, B., & Daum, I. (2004). Cortico-subcortical contributions to executive control. *Acta Psychologica* , 115, 271-289.
- Johnson, M. H., Halit, H., Grice, S. J., & Karmiloff-Smith, A. (2002). Neuroimaging of typical and atypical development: a perspective from multiple levels of analysis. *Development and Psychopathology* (14), 521-536.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *The history of mental models*. Harvard University Press.
- Klin, A., Volkmar, F. R., & Sparrow, S. S. (2000). *Asperger syndrome*. New York: Guilford Press.
- Kline, P. (1996). *Manuale di psicometria - come costruire, valutare e applicare un test psicologico*. (L. Agresti, Trad.) Roma: Casa Editrice astrolabio.
- Konorski, J. (1948). *Conditioned reflexes and neuron organization*. Cambridge University Press.
- Krasnegor, N. A., & Lyon, G. R. (1996). *Attention, memory, and executive function*. Baltimore: Brooks.
- Levin, H. S., Culhane, K. A., Hartmann, J., Evankovich, K., Mattson, A. J., Harward, H., et al. (1991). Developmental changes in performance on tests of purported frontal lobe functioning. *Developmental Neuropsychology* , 7, 377-395.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Lichter, D. G., & Cummings, J. L. (2001). *Frontal-subcortical circuits in psychiatric and neurological disorders*. New York: The Guilford Press.
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: a theory of an act of control. *Psychological Review* , 91 (3), 295-327.
- Lorusso, M. L., Facoetti, A., Paganoni, P., Pezzani, M., & Molteni, M. (2006). Effects of visual hemisphere-specific stimulation versus reading-focused training in dyslexic children. *Neuropsychological Rehabilitation* .
- Lurija, A. (1967). *Le funzioni corticali superiori dell'uomo [1962]*. Firenze: Giunti-Barbera.

## <Bibliografia

---

- Marotta, L., Ronchetti, C., Trasciani, M., & Vicari, S. (2004). *Test CMF. Valutazione delle competenze meta fonologiche*. Trento: Erickson.
- Marzocchi, G. M., & Valagussa, S. (2011). *Le Funzioni Esecutive in età evolutiva*. Milano: Franco Angeli.
- McCloskey, G. (2007). Self regulation executive functions: definitions, observed behaviors, and potential interventions. *Eighteenth Conference on Learning and the Brain*. Cambridge, MA.
- McCloskey, G., Perkins, L. A., & Van Divner, B. (2009). *Assessment and Intervention for Executive Function Difficulties*. New York: Routledge.
- Meltzer, L. (2007). *Executive Function in education: from theory to practice*. London: The Guilford Press.
- Merzenich, M. M., Kaas, J. H., Wall, J., Nelson, R. J., Sur, M., & Felleman, D. (1983). Topographic reorganization of somatosensory cortical areas 3b and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation. *Neuroscience*, 8 (1), 33-55.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” task: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Molin, A., Poli, S., & Lucangeli, D. (2007). *BIN 4-6. Batteria per la valutazione dell'intelligenza numerica*. Trento: Erickson.
- Morgan, A. B., & Lilienfeld, S. O. (2000). A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measures of executive function. *Clinical Psychology Review*, 20 (1), 113–136.
- Moscovitch, M., & Umiltà, C. (1990). Modularity and neuropsychology: implications for the organization of attention and memory in normal and brain-damaged people. In M. F. Schwartz, *Modular Deficits in Alzheimer-type dementia*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Nathan, J., Wilkinson, D., & Stammers, S. (2001). The role of tests of frontal executive function in the detection of mild dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 16, 18-26.

- Newberg, A., D'Aquili, E., & Rause, V. (2001). *Why God won't go away: Brain science and biology of belief*. New York: Ballantine Books.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro, *Consciousness and Self-Regulation. Advances in Research and Theory* (p. 1-18). New York: Plenum Press.
- Ollavaria, J. F., & Hiroi, R. (2003). Retinal influences specify cortico-cortical maps by postnatal day six in rats and mice. *Journal of Comparative Neurology* , 459 (2), 156-172.
- Orton, S. T. (1925). Word-blindness in school children. *Archives of Neurology and Psychiatry* , 14, 581-615.
- Pashler, H., & Johnston, J. C. (1989). Chronometric evidence for central postponement in temporally overlapping tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* , 41A, 19-45.
- Paus, T. (2005). Mapping brain maturation and cognitive development during adolescence. *Trends Cognitive Science* , 9, 60-68.
- Pedrabissi, L., & Santinello, M. (1997). *I test psicologici*. Bologna: Il Mulino.
- Pennington, B. F. (1997). Dimensions of executive functions in normal and abnormal development. In N. A. Krasnegor, G. R. Lion, & P. S. Goldman-Rakic, *Developmental of the pre-frontal cortex: Evolution, neurobiology, and behavior*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Pennington, B. F. (2002). *The development of psychopathology: A neuroscience approach*. New York: Guilford Press.
- Pia, H. W. (1983). Plasticity of the central nervous system: a neurosurgeon's experience of cerebral compensation and decompensation. *Acta Neurochirurgica* , 77 (3-4), 81-102.
- Piaget, J. (1952). *Psicologia dell'intelligenza [1947]*. Firenze: Giunti.
- Posner, M. I., & Peterson, S. E. (2001). The attention system of the human brain. *Ann Rev Neurosci* , 13, 25-42.

## <Bibliografia

---

- Posner, M. I., Petersen, S. E., & Fox, P. T. (1988). Localization of cognitive operations in the human brain. *Science*, *240*, 1627-31.
- Raven, J. C. (1954). *Progressive matrices colorate*. Firenze: O. S.
- Ready, R. E., Stierman, L., Jane, S., & Paulsen, J. S. (2001). Ecological validity of neuropsychological and personality measures of executive functions. *The Clinical Neuropsychologist*, *15* (3), 314–323.
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2010). The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nature Reviews Neuroscience*, *11* (4), 264-274.
- Rumelhart, D. E., James, L., & McClelland, J. L. (1991). *PDP. Microstruttura dei processi cognitivi, Sistemi Intelligenti*. Bologna: Il Mulino.
- Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., & Group, P. R. (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition* (Vol. I). Foundations, MA, Cambridge: MIT Press.
- Rushworth, M. F., & al. (2004). Action sets and decisions in the medial frontal cortex. *Trends Cognitive Science*, *8*, 410-417.
- Sack, S. A., & Rice, C. E. (1974). Selectivity, resistance to distraction and shifting as three attentional factors. *Psychological Reports*, *34*, 1003-1012.
- Sannio, F. G., Vio, C., & Cianchetti, C. (2006). *TOL. Torre di Londra. Test di valutazione delle funzioni esecutive (pianificazione e problem solving)*. Trento: Erickson.
- Scerif, G., & Karmiloff-Smith, A. (2005). The dawn of cognitive genetics? Crucial developmental caveats. *Trends in Cognitive Sciences* (9), 126—135.
- Scott, O., Lilienfeld, S., Lynn, J., Ruscio, J., & Beyerstein, B. L. (2011). *I gradi miti della psicologia popolare. Contro i luoghi comuni*. Milano: Cortina.
- Secchi, M. (2011). *Sviluppare applicazioni con Flex 4 e ActionScript 3*. Milano: Hoepli.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London* (298), 199-209.

- Shallice, T., & Burgess, P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Oxford Journals Medicine Brain* , 114, 727-741.
- Stuss, D. T. (1992). Biological and psychological development of executive functions. *Brain and Cognition* , 20, 8-23.
- Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological Research* , 63 (3-4), 289-98.
- Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2007). Is there a dysexecutive syndrome? *Phil. Trans. R. Soc. B 2007* , 362, 901-915.
- Stuss, D. T., & Benson, D. F. (1986). *The Frontal Lobe*. New York: Raven Press.
- Stuss, D. T., Alexander, M. P., Floden, D., Binns, M. A., Levine, B., McIntros, A. R., et al. (2002). Fractionation and localization of distinct frontal lobe processes: Evidence from focal lesion in humans. In D. T. Stuss, & R. T. Knight, *Principles of frontal lobe function* (p. 392-407). New York: Oxford University Press.
- Tagliabue, M. E., Simion, F., Umiltà, C., & Bonomo, B. (1994). Lo sviluppo delle funzioni esecutive. *Giornale Italiano di Psicologia* , 21 (4), 645-663.
- Tagliabue, M. E., Umiltà, C., Simion, F., & Borsoi, C. (1998). Componenti delle funzioni esecutive: un confronto tra il Wisconsin Card Sorting Test ed il doppio compito. *Psicologia Clinica e dello Sviluppo* , 1, 25-49.
- Umiltà, C. (2000). Conscious experience depends on multiple brain systems. *European Psychologist* , 5 (1), 3-11.
- Umiltà, C. (1988). Orienting of attention. In F. Boller, & J. Grafman, *Handbook of Neuropsychology* (Vol. 1, p. 175-193). Amsterdam: Elsevier.
- Umiltà, C. (1988). The control operations of consciousness. In A. J. Marcel, & E. Bisiach, *Consciousness in Contemporary Science* (p. 334-356). Oxford: Clarendon.
- Umiltà, C., Nicoletti, R., Simion, F., Tagliabue, M. E., & Bagnara, S. (1992). The cost of strategy. *European Journal of Cognitive Psychology* , 4, 21-40.

## <Bibliografia

---

- Usai, M. C., Viterbori, P., De Franchis, V., & Traverso, L. (2008). Funzioni Esecutive in età prescolare: contributo all'individuazione del costrutto. *XXII° Congresso Nazionale A.I.P. Sezione di Psicologia dello sviluppo*.
- Vicki, A., Enderson, P., Northam, E., Jacobs, R., & Catroppa, C. (2000). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Developmental Neuropsychology*, 20 (1), 385-406.
- Von Neumann, J. (1999). *Il computer e il cervello*. Bompiani.
- Wecker, S., Nancy, J., Kramer, H., Wisniewski, A., Dean, C. D., & Kaplan, E. (2000). Age effects on executive ability. *Neuropsychology*, 14 (3), 409-414.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. (1991). A normative developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7, 131-149.
- Wilber, K. (1995). An Informal Overview of Transpersonal Studies. *The Journal of Transpersonal Psychology*, 27, 2.
- Wilber, K. (2000). *Integral Psychology: Consciousness, Spirit, Psychology, Therapy*. Shambhala Publications.
- Wilber, K. (1997). *The Eye of Spirit : An Integral Vision for a World Gone Slightly Mad*. Shambhala Publications.
- Zelazo, P. D. (2006). The dimensional change card sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1, 297-301.
- Zelazo, P. D., & Craik, I. M. (2004). Booth L. Executive function across the life span. *Acta Psychologica* (115), 167-184.
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*, 1, 198-226.
- Zimmermann, P., & Fimm, B. (1994). *Test d'evaluation de l'attention (TEA)*. Wurselen: Psytest.