

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA
Dipartimento di Scienze della Formazione



Dottorato di Ricerca in "Scienze Sociali"
Curriculum: "Psicologia e Scienze Cognitive"
Tutor: Prof.ssa Paola Viterbori
XXXIV ciclo

Carlotta Rivella

RELAZIONE SUL PROGETTO DI RICERCA
A.A. 2019/2020

**Promuovere le capacità di regolazione: percorsi didattici e tele-
riabilitazione a confronto**

Abstract

Il presente progetto di ricerca si pone l'obiettivo di approfondire lo studio delle capacità di regolazione, dette Funzioni Esecutive (FE), in bambini di età scolare a sviluppo tipico e atipico. al fine individuare le modalità più efficaci per supportarne lo sviluppo e potenziarle. Le FE sono un insieme di abilità cognitive complesse che permettono al bambino di regolare il proprio comportamento per portare a termine comportamenti finalizzati ad uno scopo. Come tali, rivestono un ruolo fondamentale nello sviluppo del bambino: esse sono predittive di un miglior rendimento scolastico e più in generale di una migliore qualità di vita in adolescenza e in età adulta. Scarse capacità di regolazione sono infatti associate a difficoltà scolastiche, problemi del comportamento e condotte a rischio come le dipendenze. Difficoltà di regolazione sono inoltre presenti in diversi disturbi del neurosviluppo come i disturbi della condotta o i disturbi dell'apprendimento. Alla luce di questo, promuovere e potenziare le FE in età scolare costituisce una fondamentale opera di prevenzione e di promozione del benessere dell'individuo. Il progetto di ricerca si pone l'obiettivo di valutare l'efficacia di due diverse modalità di potenziamento delle FE in due diverse popolazioni. In particolare, verrà valutata (a) l'efficacia di un training di potenziamento in tele-riabilitazione in una popolazione clinica di bambini che hanno subito ictus e (b) l'efficacia di un videogame sviluppato ad-hoc per il potenziamento delle FE in ambito scolastico.

STATO DELL'ARTE

Con il termine Funzioni Esecutive (FE) si fa riferimento ad un insieme di processi cognitivi necessari a programmare, mettere in atto e portare a termine un comportamento finalizzato ad uno scopo (Wellsh e Pennington, 1988); questi entrano in gioco in situazioni nuove e complesse in cui agire in maniera automatica secondo modalità di comportamento pre-apprese non sarebbe funzionale ad affrontare la situazione.

Trattandosi di un costrutto complesso e multi-componenziale, sono stati elaborati diversi modelli teorici come il “sistema esecutivo centrale” di Baddeley (1986; 2003) e il “sistema attentivo supervisore” di Norman e Shallice (1986). Tali modelli si sono però dimostrati inadeguati a spiegare la complessità del costrutto e hanno portato all'affermarsi di modelli multi-componenziali, che descrivono le FE come un insieme di processi distinti e relativamente indipendenti ma in relazione tra loro. Tra questi, il modello più diffuso nell'ambito della psicologia dello sviluppo è il modello proposto da Miyake e collaboratori (2000), i quali individuano 3 componenti delle FE: l'inibizione, l'aggiornamento in memoria di lavoro (spesso chiamata semplicemente memoria di lavoro, ML) e la flessibilità cognitiva.

L'inibizione rappresenta la capacità di inibire le informazioni irrilevanti per il compito e bloccare una risposta automatica o impulsiva; l'aggiornamento continuo della memoria di lavoro (ML) si riferisce alla capacità di mantenere, aggiornare ed elaborare una quantità crescente di informazioni utili per il compito; infine, la flessibilità cognitiva, che costituisce la componente più complessa e più tardiva, consente di passare da un compito ad un altro o da una strategia ad un'altra in maniera efficace.

Successivamente, Zelazo e Müller (2002) hanno proposto una distinzione tra FE “calde” (hot) e FE “fredde” (cool). Secondo i due autori infatti, accanto alle FE “fredde”, rappresentate dalle funzioni descritte sopra, esistono aspetti “caldi” delle FE, che entrano in gioco in tutte le situazioni che presentano un carico emotivo e che richiedono quindi una regolazione emotiva oltre che cognitiva.

Lo sviluppo delle FE

Molti studi hanno indagato lo sviluppo delle FE dalla nascita all'età adulta, evidenziando come queste abilità emergano in età precoce, già a partire dal secondo semestre del primo anno di vita (Zelazo e Müller, 2002; Posner e Rothbart, 2000) e si sviluppino attraverso un lungo periodo fino a raggiungere la piena maturazione in adolescenza o nella giovane età adulta (Lee e coll., 2013). Lo studio delle FE in ambito evolutivo ha permesso di comprendere come nel corso dello sviluppo vi sia un passaggio da una struttura sostanzialmente unitaria delle FE ad una struttura sempre più articolata e complessa. In particolare, gli studi dimostrano che a 3 anni le FE possano essere descritte come un costrutto unitario (Wiebe e coll., 2011), in cui non è possibile differenziare tra inibizione, ML e flessibilità cognitiva. A 5 anni avviene una prima differenziazione tra inibizione e ML (Lee e coll., 2013; Miller e coll., 2012; Monette e coll., 2015; Usai e coll., 2014). Infine, la flessibilità cognitiva è l'ultima abilità a svilupparsi a partire dall'età scolare fino all'adolescenza, dove è possibile osservare una chiara tripartizione delle FE pari a quella adulta (Lee e coll., 2013; Lehto e coll., 2003).

Impatto delle FE sullo sviluppo

Le FE sono predittive di numerose acquisizioni nel corso dello sviluppo oltre che della salute e della qualità di vita in età adulta. Esse sono particolarmente importanti nel predire le abilità di lettura, scrittura e calcolo al termine della scuola dell'infanzia e all'ingresso della scuola primaria (Alloway e coll., 2005; Blair, 2002; Blair e Razza, 2007; Morrison e coll., 2010; Viterbori e coll., 2015) e il successo scolastico dalla scuola dell'infanzia all'università (Alloway e Alloway, 2010; Duncan e coll., 2007; Gathercole e coll., 2004; McClelland e coll., 2007; Bull e coll., 2008; Traverso e coll., 2010). In particolare, diversi studi longitudinali hanno messo in luce come le FE contribuiscano significativamente all'acquisizione delle abilità di lettura, scrittura e calcolo (Bull e Scerif, 2001; Blair e Razza, 2007; Clark e coll., 2010) in bambini di diverse età sia

a sviluppo tipico che con disturbi dell'apprendimento o ADHD (Müller e coll., 2008; Best e coll., 2009; Lawson e Ruff, 2004). Un buon livello di sviluppo delle FE è inoltre importante per l'adattamento al contesto scolastico, per quanto riguarda sia il rispetto delle regole, sia l'interazione con le insegnanti e i rapporti con i pari (Brock e coll., 2009), e più in generale per lo sviluppo della capacità di autoregolazione (Sokol e Müller, 2007) e delle abilità sociali (Hughes e Ensor, 2007). La loro importanza è emersa anche per quanto riguarda l'evitamento di condotte a rischio come l'abuso di sostanze (Moffitt e coll., 2011; Miller e coll., 2011) e il raggiungimento di una buona posizione lavorativa (Bailey, 2007). Infine, adulti con un miglior sviluppo delle FE risultano avere una migliore qualità di vita (Moffitt, 2012).

Deficit delle FE caratterizzano numerosi disturbi del neurosviluppo come il disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ADHD, Castellanos e coll., 2006), l'autismo (Pellicano, 2012), la disabilità intellettiva (Lanfranchi e coll., 2009) e i disturbi dell'apprendimento (Andersson e Lyxell, 2007). Inoltre, esse risultano spesso compromesse a seguito di lesioni cerebrali acquisite (Galvin e coll., 2010; Kok e coll., 2014). Gli studi in questo ambito hanno evidenziato come bambini che hanno avuto un ictus presentano una compromissione delle FE, con prestazioni che si collocano tra la fascia bassa della media e al di sotto della media (O'Keeffe e coll., 2014, 2017; Everts, e coll., 2008; Hajek e coll., 2014; Max e coll., 2003; Bosenbark e coll., 2017). Essi inoltre hanno un maggior rischio di ricevere una diagnosi di ADHD o DSA (per una revisione si vedano O'Keeffe e coll., 2017; Williams e coll., 2017).

Vi sono però ancora molte questioni aperte soprattutto rispetto alla comprensione dei fattori in grado di spiegare le differenze individuali nelle FE dei bambini che hanno subito un ictus. Gli studi che hanno cercato di comprendere se vi fossero fattori clinici (come l'età di insorgenza dell'ictus, la dimensione della lesione, la sua localizzazione e lateralizzazione) relativi al deficit delle FE a seguito di ictus pediatrico hanno portato a risultati discordanti tra loro, non permettendo di giungere ad una conclusione chiara (O'Keeffe e coll., 2014). Questo potrebbe essere legato all'estrema variabilità e disomogeneità dei campioni, che variano per età al momento della valutazione, tipologia di ictus (ischemico o emorragico) ed età di insorgenza (perinatale, neonatale, infantile), severità e localizzazione del danno, comorbidità, oltre che all'estrema variabilità nei test usati per la valutazione delle FE.

Il potenziamento delle FE in età scolare: i training computerizzati

Dato il ruolo cruciale delle FE nel predire il successo e la qualità di vita della persona, c'è un crescente interesse attorno alle modalità con cui poterle potenziare, accelerandone lo sviluppo e rimediando alla presenza di deficit. Promuovere queste abilità risulta infatti essere un'importante strategia preventiva di successive difficoltà. Nel corso degli ultimi anni è quindi cresciuto l'interesse a comprendere quale fosse il modo più efficace per il potenziamento e la riabilitazione delle FE (Diamond & Ling, 2016). Sono stati sviluppati percorsi di potenziamento basati sul gioco, sull'attività fisica, sulla mindfulness, sull'implementazione di specifici curriculum scolastici e training computerizzati e game-based (Diamond e coll., 2007; Karbach e Unger, 2014; Benzing e coll., 2018, Johnstone e coll., 2017; Johann e Karbach, 2019; Flook e coll., 2010). L'efficacia di questi percorsi è stata valutata sia nella popolazione a sviluppo tipico sia nella popolazione clinica ed in particolare in bambini con ADHD e Autismo (Otero e coll., 2014).

I training computerizzati e game-based, che inseriscono cioè le attività in un contesto narrativo che rende il percorso più motivante per il bambino, hanno ricevuto negli ultimi anni un crescente interesse. Essi presentano infatti numerosi vantaggi, a partire dal fatto che possono essere proposti sia al singolo individuo sia al gruppo, e sono quindi adatti sia ad interventi di tipo riabilitativo individuale che all'utilizzo nel contesto scolastico. Inoltre, richiedono uno sforzo limitato da parte di chi propone l'intervento, permettono di registrare informazioni relative all'andamento del percorso con il minimo sforzo e permettono un monitoraggio continuo e l'adattamento della difficoltà delle attività sulla base delle prestazioni del bambino. La maggior parte dei training computerizzati per il potenziamento delle FE lavorano esclusivamente sulla ML e/o sull'attenzione, mentre training rivolti al potenziamento dell'inibizione o della flessibilità cognitiva sono senz'altro più limitati (Thorell e coll., 2009). Inoltre, la maggior parte di questi sono rivolti a bambini

con disturbi del neurosviluppo, in particolare ADHD o autismo, mentre pochi sono rivolti alla popolazione tipica.

Il più studiato e conosciuto è Cogmed, un training volto al potenziamento della ML, risultato efficace nel trattamento di bambini con ADHD o difficoltà di ML (Klingberg e coll., 2005; Holmes e coll., 2009). La sua efficacia è ampiamente dimostrata, anche se diversi studi hanno messo in luce alcune criticità, come il fatto che i miglioramenti ottenuti nella ML non si generalizzano ad abilità non direttamente allenate (come inibizione e flessibilità cognitiva) e non si mantengono nel tempo (Melby-Lervag e Hulme, 2013). Una meta-analisi volta a indagare l'efficacia dei training di ML computerizzati ha mostrato come questo aspetto sia comune alla maggior parte dei training presi in esame, concludendo per una sostanziale inefficacia di tali percorsi (Melby-Lervag e Hulme, 2013). Più recentemente sono stati sviluppati percorsi di potenziamento che lavorano non solo sulla ML, ma anche su inibizione e flessibilità cognitiva, e che inseriscono le attività all'interno di una cornice narrativa di gioco (game-based) che rende il percorso più motivante. I risultati in questo caso appaiono incoraggianti in quanto emergono una maggiore trasferibilità degli effetti ad attività e domini non direttamente allenati ed un mantenimento nel tempo più duraturo. Ad esempio Johann e Karbach (2019), in uno studio con bambini a sviluppo tipico in età scolare, hanno dimostrato l'efficacia di tre diversi training computerizzati game-based volti al potenziamento rispettivamente di ML, inibizione e flessibilità cognitiva. I risultati mostrano un incremento significativo delle prestazioni ai compiti volti ad indagare le FE allenati in tutti e tre i gruppi e un trasferimento dominio-specifico a compiti non direttamente allenati. Inoltre, gli effetti dei training mirati sull'inibizione e sulla flessibilità cognitiva hanno mostrato effetti di trasferimento alle abilità di lettura (ma non di calcolo) che persistono al follow-up. Tale studio è particolarmente rilevante in quanto permette di confrontare gli effetti di training di potenziamento delle diverse componenti delle FE e comprendere i loro diversi effetti sulle abilità allenati e sulle abilità scolastiche. Un altro recente studio (Johnstone e coll., 2017) trova risultati positivi di un training game-based volto al potenziamento di inibizione e ML in bambini con diagnosi o sintomi di ADHD, dimostrando una riduzione dei sintomi di ADHD in entrambi i gruppi, come riportato nei questionari da genitori ed insegnanti. Inoltre, trovano un effetto del training sull'EEG, in particolare una normalizzazione dell'attivazione delle aree frontali, solitamente atipica nei bambini con ADHD. È interessante notare come però non vengano trovati effetti del training sui compiti utilizzati per misurare le FE al pre- e post- test.

Per quanto riguarda il potenziamento cognitivo di bambini con danni cerebrali acquisiti, la letteratura è più scarsa, in quanto la maggior parte degli interventi su questa popolazione sono mirati a compensare eventuali deficit motori o linguistici, mentre meno attenzione è data alla riabilitazione cognitiva. Una revisione della letteratura sull'efficacia di training cognitivi per bambini con disturbi neurologici, danni cerebrali acquisiti o disturbi del neurosviluppo (Robinson e coll., 2014) mostra risultati positivi per quanto riguarda l'attenzione e la ML, ma non per quanto riguarda l'inibizione. In generale emergono però risultati eterogenei tra i vari studi presi in esame, ed anche quando l'efficacia è dimostrata, la dimensione dell'effetto è ridotta (Robinson e coll., 2014). Considerando nello specifico il potenziamento delle FE a seguito di ictus pediatrico la letteratura è ancora più scarsa. Questo è dovuto probabilmente al fatto che le difficoltà cognitive non sono sempre marcate e possono quindi non essere evidenti senza una adeguata valutazione cognitiva ed emergere solo successivamente, con l'aumentare dell'età e delle richieste ambientali. Uno studio recente (Eve e coll., 2016) non trova efficacia di un training di potenziamento della ML (Cogmed) in bambini con ictus ischemico, in quanto i miglioramenti alle prestazioni a seguito di un percorso di 25 sessioni sono risultati essere minimi e non si sono mantenuti ad un follow-up di 12 mesi. Questo appare però in linea con i risultati ottenuti su altre popolazioni cliniche, come descritto sopra.

Visto lo stato dell'arte fin qui descritto, appare chiaro come in generale sia possibile potenziare le FE in bambini di età scolare. Tuttavia, meno chiari sono i risultati relativi alla generalizzabilità e al mantenimento nel tempo dei risultati ottenuti, cosa che rende deboli anche le evidenze di efficacia, quando presenti.

Cercando di individuare i fattori in grado di discriminare tra training efficaci e non, Diamond (2012), individua sei fattori fondamentali:

1. I bambini che hanno maggiori difficoltà nelle FE sono quelli che beneficiano maggiormente del training;
2. Gli effetti di trasferimento dei benefici del training ad abilità non direttamente allenate è limitato;
3. Le attività proposte devono avere difficoltà crescente, in modo da risultare continuamente sfidanti per il bambino e richiedere uno sforzo continuo;
4. Deve esserci una pratica ripetuta delle attività;
5. Le attività devono essere proposte in modo da essere coinvolgenti e motivanti;
6. Gli strumenti di valutazione pre- e post-training devono essere adeguati a cogliere i cambiamenti legati al training stesso;

IL PROGETTO

Le ricerche sopra descritte mettono in luce il ruolo fondamentale delle FE nello sviluppo del bambino e chiariscono in particolare la loro importanza all'interno del contesto scolastico. Promuovere e potenziare le FE in età scolare costituisce quindi una fondamentale opera di prevenzione e di promozione del benessere dell'individuo, in grado di prevenire l'insorgere di difficoltà. I risultati relativi all'efficacia di training di potenziamento di queste abilità non sono del tutto chiari, in particolare per quanto riguarda la generalizzazione e il mantenimento nel tempo dei risultati ottenuti. Inoltre, sono pochi gli studi che si sono occupati del potenziamento cognitivo di bambini a seguito di ictus, così come sono pochi gli studi che hanno indagato l'effetto di training di potenziamento delle FE in popolazioni di bambini che non presentano disturbi del neurosviluppo.

Il progetto di ricerca si pone quindi l'obiettivo di valutare l'efficacia di due diverse modalità di potenziamento delle FE in due diverse popolazioni. In particolare, verrà valutata (a) l'efficacia di un training di potenziamento in tele-riabilitazione in una popolazione clinica di bambini di età compresa tra i 6 e i 12 anni che hanno subito ictus e (b) l'efficacia di un nuovo videogame per il potenziamento delle FE in classe. Lo sviluppo del videogame è reso possibile attraverso una collaborazione con la cooperativa Anastasis, che si occupa dello sviluppo di software, formazione e servizi per gli studenti con DSA e altri Bisogni Educativi Speciali e più in generale per il sostegno alla didattica.

A) LA TELE-RIABILITAZIONE DELLE FE IN BAMBINI CHE HANNO AVUTO UN ICTUS

Di seguito verrà descritto in particolare lo studio relativo al primo obiettivo (a).

Il presente studio si pone l'obiettivo di:

- 1) Approfondire la relazione tra ictus pediatrico e FE, rilevando l'incidenza di bambini che presentano una compromissione delle FE a seguito di ictus e indagando la relazione esistente tra livello di compromissione delle FE e caratteristiche cliniche (età al momento dello stroke, ampiezza e localizzazione della lesione).
- 2) Valutare l'efficacia di un percorso di potenziamento delle FE in tele-riabilitazione.

L'idea di un intervento di tipo tele-riabilitativo, nonostante come si è visto vi siano ancora molti dubbi sulla reale efficacia di questo tipo di interventi, deriva dalle caratteristiche del campione a cui verrà proposto e dal contesto in cui il progetto si inserisce. Esso coinvolgerà infatti famiglie che si rivolgono al Centro Stroke dell'Istituto Gaslini di Genova. Il Centro Stroke è un progetto rivolto al paziente in età neonatale e pediatrica con rischio di ictus o con ictus conclamato che ha lo scopo di gestire il paziente in fase acuta e assicurare un follow-up diagnostico/terapeutico multidisciplinare altamente specializzato. Grazie a tale progetto, l'istituto Gaslini è oggi uno dei centri di riferimento nazionale per i casi di ictus perinatali e pediatrici, e ha quindi un'alta percentuale di utenza che risiede fuori regione. Esso comprende anche una valutazione cognitiva, focalizzata sulla valutazione delle FE. Si è pensato quindi che in questo ambito la tele-riabilitazione possa

essere un ottimo strumento, in quanto consente la presa in carico della famiglia non solo in fase di valutazione, ma anche in fase di intervento, consentendo al clinico di seguire la famiglia senza bisogno di incontri in presenza. Spesso infatti alla famiglia vengono presentate le difficoltà del figlio, ma senza fornire possibili modalità di intervento. La famiglia è quindi lasciata sola nel trovare sul proprio territorio di residenza una figura che si possa occupare del percorso di potenziamento necessario. Questo non sempre risulta semplice, e il rischio che non venga intrapreso alcun percorso è elevato. Poter invece offrire un intervento immediato e diretto gestito dagli stessi professionisti che hanno riscontrato le difficoltà è sicuramente un valore aggiuntivo importante per un progetto di gestione e follow-up complesso come quello del Centro Stroke.

METODO

Partecipanti

I partecipanti allo studio sono bambini di età compresa tra i 6 e i 12 anni che hanno subito un ictus. Si prevede di coinvolgere 40 bambini per lo studio correlazionale e 20 bambini per lo studio di efficacia del training (suddivisi in gruppo sperimentale e di controllo).

I partecipanti sono reclutati attraverso l'U.O.C. Medicina Fisica e Riabilitazione dell'Istituto Giannina Gaslini di Genova.

Vengono inclusi nella ricerca bambini tra i 6 e i 12 anni che abbiano subito un ictus in età peri- o post-natale, che non presentino disturbi neurocognitivi e che abbiano un'adeguata conoscenza della lingua italiana così da comprendere le istruzioni delle prove proposte. Per quanto riguarda nello specifico lo studio di efficacia del percorso di potenziamento in tele-riabilitazione, vengono inclusi i bambini che ottengono prestazioni al di sotto di 1 deviazione standard o del 20° percentile in almeno due delle misure ottenute con la valutazione neuropsicologica. Inoltre, è necessario che la famiglia sia disponibile a compiere la valutazione post-test al termine del percorso (aspetto non scontato considerate le diverse provenienze dei partecipanti) e che disponga di un PC/Tablet, di uno smartphone e di una connessione internet per poter svolgere il training.

Strumenti

Per la valutazione delle abilità attentive e delle funzioni esecutive vengono proposte le seguenti prove, volte ad indagare in particolare l'attenzione selettiva e sostenuta, l'inibizione, la memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva. Le prove vengono proposte in un'unica sessione della durata di circa 45 minuti:

Bambini dai 7 ai 12 anni:

- Matrici colorate progressive di Raven (CPM; Raven, 1938), per avere una misura del funzionamento cognitivo generale. La prova è costituita da 36 item raggruppati in 3 serie (A, Ab, B) di difficoltà crescente, ognuna costituita da 12 matrici, che propongono problemi di tipo visuo-spaziale a cui il soggetto deve trovare una soluzione, attraverso processi di pensiero percettivo-analogico e logico-astratto. In particolare, viene richiesto al soggetto di completare una serie di figure scegliendo l'alternativa corretta tra quelle possibili.
- Span di numeri inverso (BVN; Bisiacchi, Cendron, Gugliotta, Tressoldi e Vio, 2005), valuta la capacità di memoria di lavoro e richiede al bambino di ripetere una serie di numeri di lunghezza crescente in ordine inverso rispetto a quello in cui li ha ascoltati dall'esaminatore.
- Prova di memoria con doppio compito (Borella, Carretti e Pelgrina, 2010), valuta la capacità di memoria di lavoro e richiede al bambino di ascoltare alcune serie di parole di lunghezza crescente e deve ricordarsi l'ultima parola di ogni serie. In aggiunta deve battere la mano sul tavolo ogni volta che sente il nome di un animale.
- Prova di inibizione semplice (NEPSY; Korkman, Kirk e Kemp, 2011). La prova è costituita da tre condizioni: una di baseline (prova di denominazione), una volta a valutare la capacità di inibizione

(Inibizione) ed una volta ad indagare la flessibilità cognitiva (Switching). In tutte e tre le condizioni viene mostrato al bambino un foglio con raffigurati cerchi e quadrati e successivamente un foglio con raffigurate frecce che puntano in alto e in basso. Alcune figure sono bianche, altre nere. Nella prima condizione, il bambino deve denominare le forme o la direzione delle frecce; nella seconda condizione, il bambino deve dire la forma o la direzione contraria; infine, nell'ultima condizione, viene richiesto di dire il nome giusto della forma/direzione quando la figura è nera, e il contrario quando la figura è bianca. In tutte le prove, il bambino deve procedere nell'ordine giusto, da sinistra verso destra e dall'alto in basso, e nel minor tempo possibile.

- Prova di stroop numerico (BIA; Marzocchi, Re e Cornoldi, 2010), valuta la capacità di inibizione di una risposta automatica, che è errata, per fornire una risposta secondaria, non automatica, che è quella corretta. La prova richiede al bambino di osservare una griglia e indicare il numero di elementi presenti in ogni singola cella. Dopo una prova di baseline in cui gli elementi sono asterischi, si mostra una seconda griglia dove gli stimoli sono rappresentati da cifre uguali tra di loro. Il bambino, nel rispondere, deve riferire la quantità di cifre presenti nella cella e non la loro identità, procedendo nel minor tempo possibile.
- Trial Making Test (TMT; Scarpa, Piazzini, Pesenti e coll., 2006) per la valutazione della flessibilità cognitiva. La prova si articola in tre parti e ai bambini viene mostrato un foglio A4 con alcuni cerchi che devono collegare a seconda delle istruzioni che cambiano nelle tre condizioni. Nella prima parte ("A"), i cerchietti contengono i numeri da 1 a 25 e al bambino è chiesto di unirli in ordine crescente il più rapidamente possibile; nella seconda parte ("A/B") il bambino deve collegare le lettere in ordine alfabetico (dalla A alla Z). Infine, nell'ultima parte ("B") viene richiesto di collegare i cerchi contenenti sia numeri sia lettere, in modo alternato (es. 1, A; 2, B; 3, C; fino a 13). Le prime due prove sono prove di baseline, mentre l'ultima misura la capacità di flessibilità.
- Subtest Cancellazione (WISC-IV; versione italiana a cura di Orsini, Pezzuti e Picone, 2012), per misurare la capacità di attenzione sostenuta. Al bambino è richiesto di individuare e barrare gli stimoli target (animali) inseriti all'interno di un insieme di distrattori (oggetti), procedendo il più rapidamente possibile. Ai genitori verrà richiesto di compilare i seguenti questionari:
- Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ; Goodman, 2001; versione italiana a cura di Di Riso, Salcuni, Chessa, Raudino, Lis e Altoè, 2010), costituito da 25 domande, con scala Likert a 3 punti (0 = non vero; 2 = assolutamente vero), per la misurazione delle difficoltà emotivo-comportamentali e dei comportamenti pro-sociali del bambino. Il questionario è strutturato in cinque scale (Sintomi emotivi, Problemi con i pari, Problemi di condotta, Problemi di attenzione, Comportamento pro-sociale).
- Scala SDAG (BIA; Cornoldi, Gardinale, Masi e Pettenò 1996). Questa scala è usata per l'identificazione dei comportamenti sintomatici di ADHD. È composta da 18 item, con scala Likert a 4 punti (0 = mai; 3 = molto spesso). 9 item indagano la disattenzione, 9 l'iperattività. Il cut-off per l'identificazione di un eventuale problema è rappresentato da un punteggio totale maggiore di 14.

Bambini di 6 anni:

Per questa fascia di età alcune delle prove sopra descritte non sono appropriate perché troppo complesse. Per questo motivo le prove di Stroop numerico, memoria con doppio compito e Trial Making Test vengono sostituite rispettivamente con Stroop giorno e notte, memoria con doppio compito della batteria PAC-SI e Il gioco del fiore e della stella. Inoltre la condizione "switching" del test di inibizione semplice, è sostituita con la prova "Il gioco del colore e della forma". Di seguito vengono descritte le prove:

- Stroop giorno e notte (FE-PS 2-6, Usai, Traverso, Gandolfi e Viterbori, 2017), per valutare la capacità di inibizione di risposte automatiche. Al bambino sono mostrate alcune carte che rappresentano il sole o la luna e gli viene chiesto di dire "giorno" quando vede la luna e "notte" quando vede il sole, cercando quindi di resistere all'impulso di dare la risposta più automatica.

- Il gioco del fiore e della stella (FE-PS 2-6; Usai, Traverso, Gandolfi e Viterbori, 2017), prova che valuta la flessibilità cognitiva. La prova si svolge al computer. Sullo schermo appaiono di volta in volta un fiore o una stella posti a destra o a sinistra rispetto a un punto centrale segnalato da una croce. Al bambino è chiesto di mettere un dito su un tasto alla destra dello schermo (L) e uno su un tasto alla sinistra dello schermo (A). Quando sullo schermo compare il fiore, il bambino deve premere il tasto posto sullo stesso lato dell'immagine, mentre quando compare la stella, deve premere il tasto che si trova sul lato opposto rispetto a quello in cui è comparsa l'immagine.
- Il gioco del colore e della forma (FE-PS 2-6; Usai, Traverso, Gandolfi e Viterbori, 2017), per valutare la flessibilità cognitiva. La prova richiede di classificare una serie di carte su cui sono raffigurati un coniglio blu o una barca rossa, in base al colore (fase A) in base alla forma (fase B) e infine secondo il colore o la forma a seconda se la carta presenta o meno un bordo nero.
- Prova di memoria con doppio compito (PAC-SI; Scalisi, Pelagaggi, Fanini, Desimoni e Romano, 2009), valuta la capacità di memoria di lavoro e richiede al bambino di ascoltare alcune serie di frasi di numerosità crescente e deve ricordarsi l'ultima parola di ogni frase. Inoltre per ogni frase ascoltata deve dire se è vera o falsa.

Procedura

Il progetto di ricerca è stato illustrato al primario della U.O.C Medicina Fisica e Riabilitazione e al team medico del Centro Stoke ed è stato chiesto di formalizzare la collaborazione in modo da poter accedere alla struttura per la somministrazione degli strumenti di ricerca in collaborazione con la psicologa del Gaslini deputata.

La somministrazione delle prove viene proposta all'interno del day hospital del Centro Stroke, che prevede diverse visite specialistiche. Deve quindi adattarsi alla routine clinica di tale day hospital. Per questo motivo, la batteria di test e questionari è stata pensata per essere somministrabile in un'unica sessione di 45/60 minuti. Prima di tale sessione viene fatto firmare ai genitori dei bambini il consenso informato per la partecipazione alla ricerca e l'uso dei dati.

Qualora la valutazione rilevi la presenza di difficoltà nelle abilità indagate, il bambino viene incluso nel campione per lo studio di efficacia del percorso di potenziamento. Ogni bambino viene assegnato al gruppo sperimentale o di controllo. I bambini assegnati al gruppo sperimentale iniziano il trattamento subito dopo la prima valutazione. I bambini assegnati al gruppo di controllo iniziano il training dopo due mesi circa, a seguito di una seconda valutazione. Per tutti i bambini è prevista una valutazione al termine del training e, se possibile, dopo tre mesi dalla fine del training per valutare il mantenimento nel tempo dei risultati ottenuti.

Il training proposto è di tipo tele-riabilitativo e viene svolto da casa attraverso la App MemoRAN della piattaforma RIDInet. Gli esercizi di MemoRAN prevedono l'esposizione e la denominazione temporizzata di immagini e richiedono capacità di inibizione, flessibilità cognitiva e aggiornamento in memoria di lavoro, esercitate singolarmente o in interazione.

Gli esercizi sono auto-adattivi, cioè la loro complessità si regola in maniera automatica alle capacità del bambino evitando di essere troppo semplici o troppo difficili. Sono inoltre inseriti all'interno di un contesto narrativo e sono previsti una serie di premi al termine di ogni sessione, in modo che l'esercizio risulti il più possibile stimolante e motivante.

L'impegno richiesto è di circa 20 minuti per 5 giorni a settimana per 2 mesi. Le attività devono essere svolte dal bambino (tramite PC o Tablet) sotto la supervisione di un adulto che attraverso una apposita App da scaricare sul proprio smartphone coordina lo svolgimento delle attività e segnala gli errori. L'attività svolta dal bambino e i risultati ottenuti vengono automaticamente registrati sulla piattaforma RIDInet e sono quindi visibili ai responsabili della ricerca che monitorano l'andamento del percorso.

Al termine dei due mesi di training, viene fatta una valutazione neuropsicologica al fine di valutare se vi siano stati miglioramenti nelle capacità di attenzione e regolazione. Viene fatta una sessione di prova con i genitori e il/la bambino/a per illustrare il funzionamento del training a seguito della valutazione pre-training.

Al termine di ogni valutazione neuropsicologica è prevista una restituzione orale dei risultati ottenuti dal bambino e viene inoltre inviata una relazione scritta ai genitori.

RISULTATI ATTESI

Relativamente al primo obiettivo, ovvero approfondire la relazione tra ictus pediatrico e FE, sulla base della letteratura esistente ci si aspetta di trovare nel nostro campione prestazioni inferiori rispetto al campione normativo. Data la numerosità dei test utilizzati, che consentono di misurare in maniera specifica ogni componente delle FE, sarà inoltre possibile indagare se vi sia un impatto diverso dell'ictus nelle diverse componenti.

Relativamente al percorso di potenziamento, ci si aspetta un miglioramento delle prestazioni ai test neuropsicologici nel gruppo sperimentale, e una sostanziale stabilità delle prestazioni nel gruppo di controllo. Infatti i risultati delle sperimentazioni dell'App MemoRAN effettuate in varie fasce d'età e in diversi disturbi del neurosviluppo (quali il Disturbo del Linguaggio, i Disturbi Specifici dell'Apprendimento i Disturbi di Attenzione e iperattività e i Disturbi cognitivi associati a Paralisi Cerebrale Infantile) indicano un miglioramento significativo a seguito del training sia in abilità direttamente allenate che non. È da esplorare la possibilità che tali miglioramenti si ripercuotano anche su eventuali difficoltà comportamentali o di adattamento indagate dai questionari.

STATO DI AVANZAMENTO DELLA RICERCA

Ad oggi sono stati valutati 47 bambini di età compresa tra i 6 e i 12 anni.

- Relativamente al primo obiettivo, ovvero indagare la relazione esistente tra grado di compromissione delle FE e caratteristiche cliniche, lo studio è concluso ed è in fase di stesura un paper ad esso relativo. Lo studio ha incluso 36 partecipanti che hanno svolto la valutazione neuropsicologica. I risultati ottenuti hanno dimostrato che il 54% del campione ha una compromissione più o meno grave del funzionamento esecutivo. Sembra inoltre che inibizione e memoria di lavoro siano le componenti maggiormente compromesse a seguito di ictus. È emersa inoltre una relazione tra prestazione ai test neuropsicologici e punteggi ottenuti ai questionari compilati dai genitori: i bambini che mostrano prestazioni peggiori ai test sono quelli che ottengono punteggi più alti ai questionari che indagano la presenza di difficoltà comportamentali e relazionali.

Relativamente al ruolo delle caratteristiche cliniche, in linea con la letteratura esistente si è trovata una associazione tra ampiezza della lesione e FE (bambini con lesioni più ampie ottengono prestazioni inferiori), mentre non si è trovato alcuna associazione tra FE e localizzazione della lesione. Infine, non è emersa alcuna associazione tra età al momento dell'ictus e FE.

- Relativamente al progetto di tele-riabilitazione, è stato riscontrato un deficit di FE in 24 dei 47 bambini valutati. Di questi, 8 sono stati esclusi perché non soddisfavano i criteri di inclusione, mentre 5 non hanno aderito per volontà della famiglia. In particolare, si è osservato una mancanza di disponibilità ad intraprendere il percorso nei casi in cui l'ictus era accaduto recentemente. A seguito dell'evento infatti bambino e famiglia attraversano una fase delicata di comprensione e accettazione della nuova condizione. Inoltre, il periodo successivo all'ictus è inevitabilmente caratterizzato da numerose visite mediche tese a coglierne la causa e a individuare la terapia appropriata. È quindi un periodo complesso in cui l'intervento non è sempre possibile o appropriato.

Ad oggi sono stati quindi reclutati 11 bambini, 7 dei quali fanno parte del gruppo sperimentale, mentre i restati 4 del gruppo di controllo.

Confrontando i risultati ottenuti al post-test dai bambini del gruppo di controllo con quelli del gruppo sperimentale, si osserva, come previsto, una sostanziale stabilità o peggioramento delle prestazioni del primo gruppo ed un miglioramento delle prestazioni del secondo gruppo. Sembra tuttavia che il training sia meno efficace nei casi di compromissione più marcata, in cui probabilmente sarebbe utile affiancare al training in tele-riabilitazione, un percorso di potenziamento di tipo-cognitivo comportamentale in cui il bambino abbia modo di apprendere strategie di regolazione cognitiva utili nei contesti di vita quotidiana.

Oltre alla valutazione di efficacia tramite l'osservazione dei risultati alla valutazione neuropsicologica, sono stati somministrati due questionari, uno rivolto ai genitori ed uno rivolto ai bambini stessi, al fine di indagare fattibilità e il gradimento del percorso. I genitori hanno espresso un elevato gradimento del percorso; in particolare, è stato espresso il gradimento per la continuità tra la valutazione avuta nel corso del day-hospital e il percorso di potenziamento, continuità spesso assente nei contesti ospedalieri. Per quanto riguarda i bambini, mentre alcuni hanno trovato il percorso divertente e stimolante, altri lo hanno trovato impegnativo e noioso. In conclusione, nonostante la numerosità del campione sia ancora ridotta e non sia possibile esprimere un giudizio di efficacia, i dati sembrano muoversi in questa direzione.

Il progetto ha subito uno stop a partire da febbraio 2020, in quanto l'attività del day-hospital si è fermata in seguito alla situazione legata al COVID-19. La ripresa è prevista per settembre. L'obiettivo nel corso del terzo anno sarà quello di ampliare il campione di controllo in modo da avere due gruppi di 7 bambini.

B) SVILUPPO E VERIFICA DI EFFICACIA DI UNA APP PER IL POTENZIAMENTO DELLE FE IN AMBITO SCOLASTICO

La seconda parte del progetto di ricerca ha l'obiettivo di implementare e testare l'efficacia di un nuovo videogame per il potenziamento delle FE che sia rivolto non solo ai clinici, ma anche e principalmente alle insegnanti. Scopo del videogame di potenziamento è infatti quello di fornire uno strumento utile per favorire lo sviluppo e il potenziamento che sia integrato all'interno del percorso scolastico. Questo anno è stato dedicato alla definizione dei contenuti del videogame e all'avvio di uno studio volto all'individuazione di un campione di bambini con deficit delle FE a cui rivolgere nell'anno seguente il videogame di potenziamento per lo studio di efficacia. Il videogame sopra è pensato per bambini di età 6-10 anni. Vista la particolare importanza che ha l'intervento precoce nel prevenire lo sviluppo di difficoltà, per lo studio di efficacia si è deciso di coinvolgere le classi prime di scuola primaria, a cui sarà proposto il videogame di potenziamento nel corso del secondo anno di scuola primaria

METODO

Partecipanti

120 Bambini classe prima della scuola primaria (6-7 anni).

Strumenti e procedura

Per la valutazione delle abilità attentive e delle funzioni esecutive verranno proposte le seguenti prove suddivise in 3 sessioni individuali di 20\30 min ciascuna:

- Span di numeri inverso: richiede al bambino di ripetere una serie di numeri di lunghezza crescente in ordine inverso rispetto a quello in cui li ha ascoltati, partendo dall'ultimo fino al primo.
- Prova di memoria con doppio compito Pac-si: il bambino ascolta alcune serie di frasi. Al termine di ogni frase deve dire se questa è vera o falsa. Deve inoltre tenere a mente l'ultima parola di ogni frase e ripeterle all'esaminatore al termine di ogni serie. Le serie di frasi sono composte inizialmente da 2 fino ad arrivare a 5 frasi.
- Prova di inibizione: il bambino guarda una serie di forme (cerchi e quadrati) o frecce (che puntano in su o in giù) e deve denominarli in maniera inversa, dicendo "quadrato" quando vede il cerchio o "su" quando la freccia che indica giù e viceversa.
- Confronto di figure (BIA): il bambino vede una figura target e deve scegliere tra 6 alternative molto simili tra loro quella identica alla figura target.
- Dual request selective task: il bambino vede davanti a sé una griglia 4x4 che ha una casella rossa. Viene fatto vedere al bambino il pupazzo di una rana che salta da una casella all'altra. Il suo compito è ricordare il percorso fatto dalla rana indicando le caselle su cui è saltata nell'ordine giusto. In aggiunta deve battere la mano sul tavolo ogni volta che la rana salta sulla casella rossa.

- MOXO: si tratta di un continuous performance test computerizzato in corso di standardizzazione nella sua versione italiana. Il compito del bambino è quello di premere la barra spaziatrice ogni volta che sullo schermo compare una figura target, e non fare nulla quando sullo schermo compaiono stimoli distraenti. I distrattori possono essere figure più o meno simili al target oppure stimoli sonori. La prova ha la durata di 14 minuti.
- Matrici progressive colorate di Raven. In questa prova il bambino vede una serie di disegni incompleti e il suo compito è quello di individuare tra una serie di alternative possibili quella che corrisponde al pezzo mancante.

Per la valutazione delle abilità scolastiche verranno proposte le seguenti prove in maniera collettiva:

- Prove AC-MT parte collettiva: consiste in 4 brevi prove che richiedono di svolgere operazioni, di riconoscere il numero più grande tra due e di riordinare una serie di numeri dal più piccolo al più grande o viceversa.
- Dettato di parole (Prove zero): consiste in un dettato di 40 parole, per valutare la capacità di scrittura.
- Riconoscimento di parole (Prove zero): consente di valutare la capacità di lettura. Il bambino vede una serie di 58 parole scritte senza spazi tra una e l'altra. Il suo compito è quello di identificare le parole e porre una sbarra tra una e l'altra. Deve individuare più parole possibile nel tempo massimo di 4 minuti.
- Prove MT di comprensione del testo: proposta solo alla fine dell'anno (in quanto prima non si sono acquisite in maniera adeguata le abilità di base necessarie), richiede al bambino di leggere un breve testo e rispondere ad una serie di domande a risposta multipla.

Per avere indicazioni circa il funzionamento del bambino nel contesto di vita quotidiano verrà fatto compilare ai genitori il questionario:

- BRIEF-2, che consente la valutazione del funzionamento esecutivo del bambino nel suo contesto di vita quotidiano. Composto da 63 item consente di ottenere 3 indici che valutano rispettivamente la capacità di regolazione comportamentale, emotiva e cognitiva del bambino.

Per avere indicazioni circa il funzionamento del bambino nel contesto scolastico verranno fatti compilare agli insegnanti i seguenti questionari:

- ADHD- rating scale: composto da 30 item che indagano la presenza di difficoltà attentive e di iperattività e quanto queste incidano sulla relazione con i pari e il funzionamento nel contesto scolastico.
- Questionario sui comportamenti prosociali (Caprara et al., 1992): permette di indagare le abilità sociali e il comportamento prosociale dei bambini.
- Questionario sui comportamenti aggressivi (Caprara et al., 1992): permette di indagare la presenza di comportamenti aggressivi nel bambino (ES: gli è capitato di tirare pugni).
- Teacher Rating Scale of School Adjustment, sottoscale "partecipazione cooperativa" e "autonomia" (Ladd et al., 2009): fornisce informazioni circa l'adattamento dei bambini al contesto scolastico, ed in particolare in riferimento al grado di partecipazione alle attività proposte dalle insegnanti, alla capacità di portare a termine i compiti richiesti e alla capacità di lavorare in maniera autonoma.

RISULTATI ATTESI

Nel corso del primo anno dello studio, ci aspettiamo di individuare un sotto-campione di bambini con deficit delle FE, il quale sarà il campione per lo studio di efficacia del videogame. Inoltre, oltre alla valutazione delle FE sono state inserite prove volte ad indagare le abilità sociali, l'adattamento scolastico e gli apprendimenti, allo scopo di indagare se abilità sociali e adattamento scolastico abbiano un ruolo nel mediare la relazione esistente tra FE e apprendimenti (Sasser, Bierman, & Heinrichs, 2015).

Nel secondo anno di studio, ci aspettiamo di trovare un miglioramento nel funzionamento esecutivo del gruppo che ha eseguito il percorso di potenziamento con il videogame.

STATO DI AVANZAMENTO DEL PROGETTO

Studio di efficacia

Sono state coinvolte due scuole ed un totale di 6 classi prime a cui è stata proposta una valutazione delle funzioni esecutive al fine compiere un primo screening delle loro prestazioni ai compiti di FE ed individuare il sotto-campione con deficit alle FE. Oltre allo screening delle FE, sono stati valutati gli apprendimenti (lettura, scrittura e matematica) al fine di indagare la relazione tra FE e livello di apprendimento raggiunto. Inoltre, agli insegnanti hanno compilato 2 questionari volti ad indagare le abilità sociali e l'adattamento al contesto scolastico (in termini di autonomia e partecipazione in classe). Questi sono infatti due aspetti che influiscono sul rendimento scolastico e che sembrerebbero mediare la relazione tra FE e apprendimenti

A causa dell'emergenza Coronavirus e della conseguente chiusura delle scuole, la raccolta dati è stata possibile solo in una delle due scuole coinvolte, per un totale di 58 partecipanti. Inoltre, la valutazione degli apprendimenti prevista su due momenti (gennaio e maggio) è stata possibile solamente a gennaio.

Le analisi preliminari hanno permesso di individuare un sottogruppo di bambini con maggiori difficoltà, principale obiettivo della ricerca. Inoltre, sembra essere confermato il ruolo dell'adattamento scolastico nel predire gli apprendimenti e nel mediare la relazione tra FE e apprendimenti.

Nel corso del prossimo anno di dottorato cercheremo di ampliare il campione per avere risultati più solidi. Sono già stati presi contatti con le insegnanti che sono disponibili alla compilazione dei questionari. Si valuterà la possibilità di coinvolgere le famiglie proponendo la somministrazione delle prove neuropsicologiche nel caso in cui la situazione legata al Covid-19 permetta di entrare nelle scuole o si individuino altri spazi esterni in cui svolgere le somministrazioni.

Attualmente non abbiamo ritenuto opportuno avviare la seconda parte dello studio con utilizzo del videogame all'interno della scuola. Valuteremo la possibilità di farlo nella seconda metà dell'anno qualora la situazione in quel momento lo permetta.

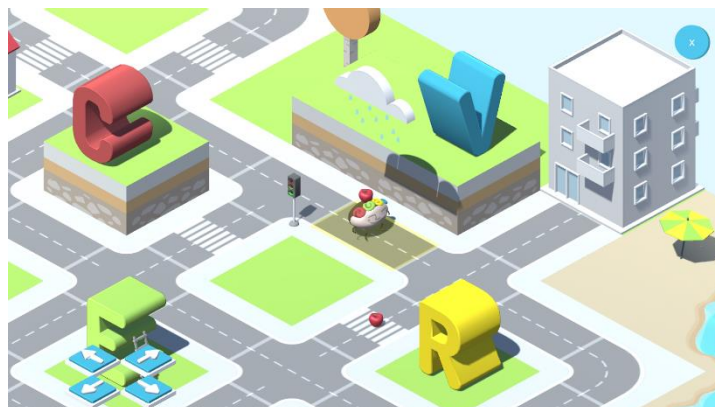
Sviluppo del videogame

Nel corso del secondo anno di dottorato si è ultimata la definizione dei contenuti della app, ed è stato avviato lo sviluppo della app attraverso la collaborazione di due ingegneri informatici ed una grafica. Si attende quindi la conclusione dell'implementazione (che purtroppo risulta in ritardo rispetto ai tempi inizialmente prefissati) per iniziare, qualora la situazione nel contesto scolastico lo permetta, lo studio di efficacia.

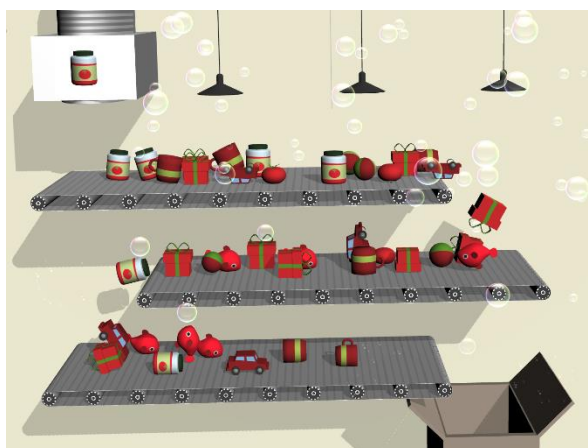
Il videogame è stato progettato facendo riferimento al modello teorico delle FE descritto sopra (Miyake e coll., 2000) e basandosi su tecniche di potenziamento e riabilitazione delle funzioni esecutive di comprovata efficacia quali, tra gli altri, la robotica educativa (Di Lieto et al., 2017), la tele-riabilitazione (Shinaver et al., 2014) e altri programmi di intervento pensati per le scuole (Traverso, Viterbori e Usai, 2015) mantenendo una cornice narrativa coerente per la durata di tutto il gioco.

In particolare, nel corso del gioco si assiste allo sviluppo del personaggio principale, Ello (da cervEllo), che si trova a muoversi all'interno del mondo delle funzioni esecutive, una vera e propria città in cui sono proposte attività che stimolano l'esercizio e il potenziamento delle diverse componenti di funzioni esecutive in diverse modalità:

- Attraverso operazioni di coding: il giocatore, per muovere il personaggio all'interno del contesto in cui è inserito, ovvero una città, esegue operazioni di coding. Il coding rappresenta di per sé un esercizio di funzioni esecutive, come confermato anche dalla robotica educativa, in quanto prevede la pre-programmazione di un'azione volta al raggiungimento di un obiettivo.



- Attraverso esercizi veri e propri di funzioni esecutive: all'interno della città dove è inserito il personaggio sono presenti delle "stanze scrigno". All'interno di queste stanze sono presenti esercizi specifici di funzioni esecutive. In particolare, sono state progettate 5 tipologie di stanze scrigno, una per ogni singola componente di Funzioni Esecutive (controllo inibitorio, inibizione della risposta, memoria di lavoro, flessibilità cognitiva, pianificazione). Ogni stanza scrigno è presente in duplice copia, in modo da proporre esercizi in diverse modalità di elaborazione dell'informazione: una stanza scrigno prettamente uditivo-verbale, una di tipo visuo-spaziale, per un totale di 10 stanze scrigno. All'interno di ogni stanza scrigno gli esercizi vengono articolati in 3 livelli di difficoltà crescente. Ogni livello, inoltre, è stato suddiviso in due sotto-livelli, al fine di mantenere alta la motivazione del giocatore seguendo il principio del paradigma di auto-adattività, per cui il livello di attività proposta si adatta alla prestazione del giocatore rimanendo in quella "zona di sviluppo prossimale" che permette di concepire l'esercizio come "sfida", e favorisce la percezione di successo, stimolando il giocatore a continuare l'esercizio. È inoltre presente, per ogni stanza scrigno, un "livello 0", molto semplice, pensato appositamente per i bambini più piccoli o con più difficoltà nell'eseguire subito il livello 1.



- Attraverso esercizi in multiplayer: completati gli esercizi specifici all'interno delle stanze scrigno, vengono proposti al giocatore giochi in multiplayer da svolgere in classe. Sono stati pensati 10 giochi in multiplayer uno specifico per ogni stanza scrigno. Si tratta di giochi cooperativi e non competitivi, in cui il singolo giocatore può effettivamente contribuire al gruppo, in quanto più un giocatore si esercita singolarmente negli esercizi specifici di funzioni esecutive proposti all'interno delle stanze scrigno, più "punti bonus" vengono forniti al gruppo. Le attività pensate per i giochi in multiplayer prevedono, ove possibile, l'utilizzo della realtà aumentata.

All'interno del gioco, oltre al personaggio principale Ello guidato dal giocatore, è presente un altro personaggio "BigEllo", ovvero un personaggio adulto già completo di tutte le abilità di funzioni esecutive. La funzione di questo personaggio è quella di fornire suggerimenti, istruzioni e accompagnare Ello nel suo viaggio, facendolo riflettere, stimolando le competenze metacognitive, circa l'utilità dello sviluppo delle

funzioni esecutive nella vita di tutti i giorni. Per fare questo, BigEllo interviene come “guida” durante tutto il gioco. Inoltre, sono stati progettati dei brevi video-spiegazione, che si presentano sia all’inizio del gioco, sia all’ingresso di ogni stanza scrigno. Nel video viene spiegato il significato della funzione che si andrà ad esercitare, fornendo esempi di situazioni della vita quotidiana in cui è necessario utilizzare quella specifica abilità. Inoltre, durante il video vengono poste delle domande dirette al giocatore, di cui si registra tramite microfono la risposta, in modo da stimolare le abilità metacognitive, raccogliere le riflessioni e le impressioni del giocatore, a cui è richiesto di fornire un feedback anche una volta terminato l’esercizio.

Ogni qualvolta che un giocatore completa una stanza scrigno, si ottiene una “carta energia”, che descrive le competenze acquisite grazie all’esercizio all’interno della specifica stanza scrigno. Quando il bambino supera entrambe le stanze scrigno di una stessa funzione esecutiva (cioè sia la stanza con modalità di presentazione dell’informazione visuospatiale, sia la stanza con modalità di presentazione dell’informazione uditivo-verbale) si ottiene un gadget, cioè un vero e proprio oggetto o super potere che richiama alla specifica abilità di funzioni esecutive. Durante gli esercizi di coding e programmazione del movimento necessari ad esplorare la città e a muoversi da una stanza scrigno ad un’altra accadono alcuni imprevisti, che richiamano situazioni tipiche della vita quotidiana, in cui il giocatore deve capire quale gadget mettere in campo (quindi quale abilità) per superare l’ostacolo.

Obiettivo del gioco è quello di riuscire a completare tutte le stanze scrigno e i giochi in multiplayer, quindi ottenere tutte le carte energia e i rispettivi gadget per riuscire a superare tutti gli ostacoli e gli imprevisti che si presentano sul cammino di Ello, completando così l’acquisizione di tutte le diverse componenti di funzioni esecutive.

BIBLIOGRAFIA

- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of experimental child psychology*, 106(1), 20-29.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Adams, A. M., Willis, C., Eaglen, R., & Lamont, E. (2005). Working memory and phonological awareness as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology*, 23(3), 417-426.
- Andersson, U., and Lyxell, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: a general or specific deficit? *J. Exp. Child Psychol.* 96, 197–228.
- Baddeley, A. (1986). Oxford psychology series, No. 11. Working memory. New York, NY, US.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews neuroscience*, 4(10), 829.
- Bailey, C. E. (2007). Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1118(1), 122-141.
- Benzing, V., Eggenberger, N., Spitzhüttl, J., Siegwart, V., Pastore-Wapp, M., Kiefer, C., ... & Conzelmann, A. (2018). The Brainfit study: efficacy of cognitive training and exergaming in pediatric cancer survivors—a randomized controlled trial. *BMC cancer*, 18(1), 18.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental review*, 29(3), 180-200.
- Blair C, Razza RP. (2007). Relating effortful control, executive function, and false-belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Dev*; 78:647–63.
- Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist*, 57, 111–127.
- Bosenbark, D. D., Krivitzky, L., Ichord, R., Vossough, A., Bhatia, A., Jastrzab, L. E., & Billinghamurst, L. (2017). Clinical predictors of attention and executive functioning outcomes in children after perinatal arterial ischemic stroke. *Pediatric neurology*, 69, 79-86.
- Brock, L. L., Rimm-Kaufman, S. E., Nathanson, L., & Grimm, K. J. (2009). The contributions of 'hot' and 'cool' executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 24(3), 337-349.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental neuropsychology*, 19(3), 273-293.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental neuropsychology*, 33(3), 205-228.
- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J., Milham, M. P., & Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction. *Trends in cognitive sciences*, 10(3), 117-123.
- Clark, C.A.C., Pritchard, V.E., Woodward, L.J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology*, 46, 1176–1191.
- Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current directions in psychological science*, 21(5), 335-341.
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*, 18, 34-48.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318(5855), 1387-1388.

- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., ... & Sexton, H. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental psychology*, 43(6), 1428.
- Eve, M., O'Keeffe, F., Jhuty, S., Ganesan, V., Brown, G., & Murphy, T. (2016). Computerized working-memory training for children following arterial ischemic stroke: a pilot study with long-term follow-up. *Applied Neuropsychology: Child*, 5(4), 273-282.
- Everts, R., Pavlovic, J., Kaufmann, F., Uhlenberg, B., Seidel, U., Nedeltchev, K., ... & Steinlin, M. (2008). Cognitive functioning, behavior, and quality of life after stroke in childhood. *Child Neuropsychology*, 14(4), 323-338.
- Flook, L., Smalley, S. L., Kitil, M. J., Galla, B. M., Kaiser-Greenland, S., Locke, J., ... & Kasari, C. (2010). Effects of mindful awareness practices on executive functions in elementary school children. *Journal of applied school psychology*.
- Galvin, J., Lim, B. C. J., Steer, K., Edwards, J., & Lee, K. J. (2010). Predictors of functional ability of Australian children with acquired brain injury following inpatient rehabilitation. *Brain injury*, 24(7-8), 1008-1016.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 18(1), 1-16.
- Hajek, C. A., Yeates, K. O., Anderson, V., Mackay, M., Greenham, M., Gomes, A., & Lo, W. (2014). Cognitive outcomes following arterial ischemic stroke in infants and children. *Journal of Child Neurology*, 29(7), 887-894.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental science*, 12(4), F9-F15.
- Hughes, C., & Ensor, R. (2007). Executive function and theory of mind: Predictive relations from ages 2 to 4. *Developmental psychology*, 43(6), 1447.
- Johann, V. E., & Karbach, J. (2019). Effects of game-based and standard executive control training on cognitive and academic abilities in elementary school children. *Developmental science*, e12866.
- Johnstone, S. J., Roodenrys, S. J., Johnson, K., Bonfield, R., & Bennett, S. J. (2017). Game-based combined cognitive and neurofeedback training using Focus Pocus reduces symptom severity in children with diagnosed AD/HD and subclinical AD/HD. *International Journal of Psychophysiology*, 116, 32-44.
- Karbach, J., & Unger, K. (2014). Executive control training from middle childhood to adolescence. *Frontiers in psychology*, 5, 390.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., ... & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD—a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-186.
- Kok, T. B., Post, W. J., Tucha, O., de Bont, E. S., Kamps, W. A., & Kingma, A. (2014). Social competence in children with brain disorders: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 24, 219–235.
- Lanfranchi, S., Carretti, B., Spanò, G., & Cornoldi, C. (2009). A specific deficit in visuospatial simultaneous working memory in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 53(5), 474-483.
- Lawson, K. R., & Ruff, H. A. (2004). Early focused attention predicts outcome for children born prematurely. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 25(6), 399-406.
- Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child development*, 84(6), 1933-1953.
- Lehto, J. E., Juujarvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21, 59–80.

- Max, J. E., Mathews, K., Manes, F. F., Robertson, B. A., Fox, P. T., Lancaster, J. L., ... & Collings, N. (2003). Attention deficit hyperactivity disorder and neurocognitive correlates after childhood stroke. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 9(6), 815-829.
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Connor, C. M., Farris, C. L., Jewkes, A. M., & Morrison, F. J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental psychology*, 43(4), 947.
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental psychology*, 49(2), 270.
- meta-analysis of cognitive interventions for children with central nervous system disorders and
- Miller, H. V., Barnes, J. C., & Beaver, K. M. (2011). Self-control and health outcomes in a nationally representative sample. *American journal of health behavior*, 35(1), 15-27.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Moffitt, T. E. (2012). Childhood self-control predicts adult health, wealth, and crime. In *Multi-Discipl. Symp. Improv. Well-Being Children Youth*.
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... & Sears, M. R. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2693-2698.
- Monette, S., Brigas, M., & Lafreniere, M. A. (2015). Structure of executive functions in typically developing kindergarteners. *Journal of Experimental Child Psychology*, 140, 120–139.
- Morrison, F. J., Ponitz, C. C., & McClelland, M. M. (2010). Self-regulation and academic achievement in the transition to school. *Child development at the intersection of emotion and cognition*, 1, 203-224.
- Müller, U., Lieberman, D., Frye, D., & Zelazo, P. D. (2008). Executive function, school readiness, and school achievement. *Applied cognitive research in K-3 classrooms*, 41-83.
- Norman, D., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R. Davidson, G. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation* (Vol. 4, pp. 1–18). New York: Plenum Press.
- O’Keeffe, F., Liégeois, F., Eve, M., Ganesan, V., King, J., & Murphy, T. (2014). Neuropsychological and neurobehavioral outcome following childhood arterial ischemic stroke: Attention deficits, emotional dysregulation, and executive dysfunction. *Child Neuropsychology*, 20(5), 557–582.
- O’Keeffe, F., Stark, D., Murphy, O., Ganesan, V., King, J., & Murphy, T. (2017). Psychosocial outcome and quality of life following childhood stroke—A systematic review. *Developmental neurorehabilitation*, 20(7), 428-442.
- Otero, T. M., Barker, L. A., & Naglieri, J. A. (2014). Executive function treatment and intervention in schools. *Applied Neuropsychology: Child*, 3(3), 205-214.
- Pellicano, E. (2012). The development of executive function in autism. *Autism research and treatment*, 2012.
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2000). Developing mechanisms of self-regulation. *Development and psychopathology*, 12(3), 427-441.
- Robinson, K. E., Kaizar, E., Catroppa, C., Godfrey, C., & Yeates, K. O. (2014). Systematic review and neurodevelopmental disorders. *Journal of Pediatric Psychology*, 39(8), 846-865.
- Sokol, B. W., & Müller, U. (2007). The development of self-regulation: Toward the integration of cognition and emotion.

- Sasser, T. R., Bierman, K. L., & Heinrichs, B. (2015). Executive functioning and school adjustment: The mediational role of pre-kindergarten learning-related behaviors. *Early childhood research quarterly, 30*, 70-79.
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental science, 12*(1), 106-113.
- Traverso, L., Viterbori, P., Usai, M.C. (2010). Bambini «a rischio» nel passaggio dalla scuola dell'infanzia alla scuola primaria: la relazione fra prerequisiti scolastici, caratteristiche comportamentali e funzioni esecutive. *Difficoltà di Apprendimento, 15*, 51-68.
- Usai, M. C., Viterbori, P., Traverso, L., & De Franchis, V. (2014). Latent structure of executive function in five- and six-year-old children: A longitudinal study. *European Journal of Developmental Psychology, 11*, 447-462.
- Viterbori, P., Usai, M. C., Traverso, P., & De Franchis, V. (2015). How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in grades 1 and 3: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 140*, 38-55.
- Welsh, M. C., & Pennington, B. F. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental neuropsychology, 4*(3), 199-230.
- Wiebe, S. A., Sheffield, T., Nelson, J. M., Clark, C. A. C., Chevalier, N., & Espy, K. A. (2011). The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*, 436-452.
- Williams, T. S., Roberts, S. D., Coppens, A. M., Crosbie, J., Dlamini, N., & Westmacott, R. (2018). Secondary attention-deficit/hyperactivity disorder following perinatal and childhood stroke: impact on cognitive and academic outcomes. *Child Neuropsychology, 24*(6), 763-783.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. *Blackwell handbook of childhood cognitive development, 445-469*.