

# Effetti motori e cognitivi dati dall'attività motoria potenziata nella scuola primaria

## Motor and cognitive effect caused by motor increased activity in primary school

Ario Federici

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, Scuola di Scienze Motorie  
ario.federici@uniurb.it

Antonio Gianni Toscani

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, Scuola di Scienze Motorie  
antonio.toscani@hotmail.it

### ABSTRACT

In this project was analysed how motor function affect the association between exercise, motor benefits and self-efficacy. This work was carried out in the first and second grades of primary school.

The motoring education program involved 107 children between the ages of 6 and 8 for 6 month. The normal motor activity was replaced by two hours of experimentation.

Shuttle run test measured motor skills and self-efficacy perception before and after experimentation.

The data measured in the subjects involved in the experiment and in the control group were compared before and after experimentation.

The obtained results prove that motor increased activity has positive effects on the motor and cognitive range. (self-efficacy).

In questo studio è stato attuato un intervento motorio nelle prime e seconde classi della scuola primaria, analizzando l'associazione tra esercizio fisico, benefici motori e dell'autoefficacia.

Centosette bambini tra i 6 e gli 8 anni sono stati assegnati ad un programma di educazione motoria potenziato di 6 mesi; l'ora curriculare è stata sostituita da due ore di sperimentazione. Le prove di pre e post intervento hanno valutato la capacità motoria (SHUTTLE RUN TEST) e la percezione dell'autoefficacia.

I dati ottenuti sono stati confrontati prima e dopo l'intervento, nei soggetti impiegati nella sperimentazione e nel gruppo di controllo.

Questi risultati evidenziano la possibilità di aumentare, mediante un'attività motoria potenziata, gli effetti positivi a livello motorio e della sfera cognitiva (autoefficacia).

### KEYWORDS

Primary school, motor activity , cognitive benefits, motor benefits.  
Scuola primaria, attività motoria, benefici cognitivi, benefici motori.

## 1. Introduzione

Oggi la sedentarietà, oltre ad essere riconosciuta come uno dei maggiori fattori di rischio coronarico dalla comunità scientifica, è oggetto di una vera e propria “campagna” da parte degli organi d’informazione, che stimolano la popolazione a mantenere o a migliorare il proprio stato di salute attraverso l’attività motoria.

È evidente che lo sviluppo economico ed il progresso tecnologico hanno contribuito non solo a diminuire la quantità e la frequenza delle pratiche motorie, ma hanno anche modificato le abitudini alimentari e gli stili di vita della nostra società. Ciò ha portato all’aumento di patologie dismetaboliche, deficit motori e annesse problematiche a livello cognitivo. Tutto questo è legato ad un comportamento sedentario causato dall’uso della tv e dei giochi virtuali che provoca una riduzione del “gioco motorio spontaneo”. Perciò occorre compensare attraverso un incremento ed una diversificazione.

L’idea di questo lavoro è nata da queste considerazioni e dalla collaborazione da anni col CONI nella scuola primaria.

Si è quindi voluto studiare la variazione a livello motorio (shuttle run test 4x10) e dell’autoefficacia prima e dopo un periodo di 6 mesi di attività fisica curriculare di 2 ore a settimana per classe.

L’obiettivo è stato di dimostrare concretamente che l’incremento dell’attività motoria in prima e seconda elementare non solo crea un beneficio a livello motorio ma anche a livello cognitivo.

A tal scopo è stato effettuato, in collaborazione con il CONI Abruzzo, uno studio sperimentale su un campione di 107 studenti di età compresa tra i 6 e gli 8 anni frequentanti la scuola primaria pubblica della provincia di Teramo con l’obiettivo di verificare i miglioramenti dati dall’attività motoria in relazione ad un training di 6 mesi.

### 1.1 L’importanza del movimento nel campo cognitivo

Citando la teoria dell’epistemologia genetica di Jean Piaget, la motricità è alla base dello sviluppo dell’uomo.

In tale teoria all’interno dello «stadio senso motorio», il bambino utilizza i sensi e le abilità motorie, ripetendo comportamenti (prima semplici riflessi) per esplorare il proprio corpo (reazioni circolari primarie) e l’ambiente circostante (reazioni circolari secondarie), adattandosi ed evolvendo gradualmente.

Senza le attività come strisciare e rotolare il bambino non potrebbe assecondare la propria curiosità e non acquisirebbe il significato di lontano e di vicino. Senza la capacità di spostarsi nell’ambiente circostante, lo sviluppo cognitivo e sociale di un bambino sarebbe gravemente compromesso. Un bambino che si muove è un bambino che sta partecipando attivamente al proprio processo di sviluppo. La famiglia e la scuola sono tra i principali protagonisti di questo processo.

La Teoria dei Sistemi Dinamici (Thelen, 1985; 1987) e la Teoria della Selezione dei Gruppi Neuronal (Edelman, 1993) considerano il movimento fulcro dell’evoluzione.

Le teorie si differenziano da quella di Piaget per la seguente definizione: «lo sviluppo dell’uomo è un processo non lineare, caratterizzato da continue fasi di transizione; dipendente da fattori di natura genetica e di natura ambientale».

Diversamente, per Piaget, i fattori ambientali, fondamentali per la costruzio-

ne dell'apprendimento, possono favorire lo sviluppo del bambino, ma non ne sono la causa, rappresentata invece dalla genetica.

Più sono le esperienze vissute dall'individuo col movimento, più numerose saranno le connessioni neuronali e, di conseguenza, maggiori saranno i comportamenti che, a seconda della situazione, l'individuo potrà mettere in atto.

Attualmente la teoria evolutiva è influenzata dallo sviluppo cognitivo, attraverso la psicologia dello sviluppo evolutivo (Bjorklund, Ellis, 2014; Björklund, Beers, 2016).

Secondo i ricercatori lo sviluppo è il risultato di un'interazione tra fattori genetici, biologici e fattori ambientali. Il bambino è un agente attivo nel processo di sviluppo: il contesto nel quale esso avviene è importante quanto i geni che l'individuo eredita. (Gottlieb, 2007; Lickliter, Honeycutt, 2015).

### 1.1.1 Relazione tra esercizio motorio e funzioni cognitive

Studi che hanno utilizzato metodi di *Neuroimaging* (es: Magnetic Resonance Imaging – MRI, Event Related brain Potentials – ERP) hanno identificato ulteriori potenziali meccanismi coinvolti nella relazione tra forma fisica dei bambini e sviluppo cognitivo. Alcuni dei risultati ottenuti hanno dimostrato una relazione positiva tra esercizio fisico e modificazioni strutturali in aree cerebrali indispensabili sia per il movimento volontario sia per le funzioni esecutive.

I bambini con una forma fisica migliore hanno presentato un volume maggiore dei nuclei della base, struttura coinvolta in numerosi processi cognitivi, e un controllo inibitorio migliore rispetto ai bambini con una forma fisica inferiore (Chaddock-Heyman et al., 2011; Chaddock-Heyman et al. 2010; Erickson, Hillman, Kramer, 2015).

Un nucleo della base, risultato particolarmente sensibile all'esercizio fisico nell'infanzia, è lo striato dorsale, struttura vitale per controllo cognitivo e integrazione motoria.

Tali evidenze, insieme alle attuali conoscenze biologiche e neuropsicologiche, sono fondamentali per la comprensione dei processi fisiologici su cui si basa il funzionamento cognitivo. Dalla prospettiva della psicologia dell'educazione, invece, possono contribuire al miglioramento di interventi finalizzati allo sviluppo della salute e dei contesti educativi.

Interventi basati su tali evidenze scientifiche possono essere applicati in differenti contesti educativi con l'obiettivo di migliorare la prestazione cognitiva.

### 1.1.2. Richieste cognitive dell'esercizio fisico

Ci sono almeno tre meccanismi con cui l'esercizio aerobico può facilitare la funzione esecutiva nei bambini:

1. le esigenze cognitive inerenti alla struttura dell'esercizio mirato e l'esercizio coinvolgente;
2. l'impegno cognitivo richiesto per eseguire movimenti motori complessi;
3. i cambiamenti fisiologici nel cervello indotti dall'esercizio aerobico.

Molte forme di esercizio sono attività coinvolgenti a livello cognitivo; i ricercatori hanno suggerito che questo impegno può aiutare a spiegare come l'esercizio impatti la cognizione (Vazou et al., 2016).

Gran parte dell'esercizio fisico nei bambini passa attraverso la partecipazione e l'attività di gruppo o sport che richiedono la cognizione complessa al fine di cooperare con i compagni di squadra, anticipare il comportamento dei compagni di squadra e degli avversari, impiegare strategie, e adattarsi alle mutevoli richieste del compito.

Le attività di gruppo come calcio o basket seguite da bambini (da Silva et al., 2010) contengono molte di queste esigenze cognitive. È importante sottolineare che, le attività della funzione esecutiva pongono richieste simili sui processi esecutivi dei bambini chiedendo loro di creare, monitorare e modificare un piano cognitivo per soddisfare le richieste del compito (Banich, 2009). Così, i giochi di squadra e le attività della funzione esecutiva richiedono un modo simile di pensare e capacità cognitive simili; è possibile che le abilità cognitive acquisite durante i giochi aerobici si trasferiscano ai compiti della funzione esecutiva.

Anche se l'acquisizione delle abilità avviene più rapidamente quando le parti di un compito vengono presentate in modo semplice e ripetitivo, il mantenimento e il trasferimento di tali competenze sono migliorate quando c'è un'interferenza contestuale, cioè, i componenti sono presentati in modo complesso e casuale (Battig, 1972). La partecipazione dei bambini nei giochi di squadra, spesso contiene interferenze contestuali. Ad esempio, nel gioco del basket, il bambino può avere bisogno di effettuare un passaggio di rimbalzo per passare in modo efficace la palla in uno scenario specifico. Il passaggio necessario in quel momento non viene predeterminato, è raro ed è causato da molteplici fattori che convergono in un particolare momento.

L'interferenza contestuale pone esigenze nei processi esecutivi come se fosse necessario creare un piano d'azione motorio, monitorato e modificato in presenza di richieste di compiti in continua evoluzione (Brady, 2008). È probabile che il trattamento delle informazioni pertinenti sia più faticoso ed elaborativo, portando ad un maggiore apprendimento (Carey, Bhatt, Nagpal, 2005).

Il grado di impegno cognitivo offerto da un'attività varia durante lo sviluppo (Lubans et al., 2016). Le forme di esercizio che contengono numerose regole possono essere inadeguate per i bambini più piccoli, che non sempre sono cognitivamente dotati per mantenere e comprendere queste regole; esse diventano frustranti e i soggetti non ricevono alcun beneficio. Al contrario, soggetti più grandi possono disinteressarsi ad attività troppo semplici.

### *1.2 Variazioni fisiologiche dovute all'esercizio fisico*

I risultati citati designano che l'esercizio aerobico impegna la funzione esecutiva, mentre, gli altri processi cognitivi di ordine superiore richiedendo un comportamento mirato ed una coordinazione dei movimenti motori.

Durante l'attività fisica le richieste poste al sistema cardiovascolare inducono cambiamenti fisiologici nel cervello che influenzano la cognizione e possono interagire con le componenti cognitive degli esercizi (Cassilhas, Tufik, De Mello, 2016). Gli esercizi aerobici acuti e continuativi si differenziano per i cambiamenti fisiologici che inducono; discussi separatamente.

*Esercizio aerobico continuativo:* L'estesa ricerca con i roditori suggerisce che l'esercizio induce dei cambiamenti nelle regioni del cervello utili all'apprendimento ed alla memoria (Holmes, 2006; Chaddock-Heyman et al., 2014), presentandosi su parecchie sessioni di esercizio regolare (Cotman, Berchtold, Christie, 2007). Questi cambiamenti sono mediati dall'aumento del tempo regolamentare di alcuni fattori di crescita, come la crescita di insulina (IGF-1), il fattore di cresci-

ta vascolare endoteliale (VEGF) ed il fattore neurotrofico derivato dal cervello (BDNF). In particolare, il BDNF, è stato indicato essere un importante modulatore di attività dipendente della trasmissione sinaptica e, a sua volta, di plasticità sinaptica (Dishman et al., 2006). BDNF, inoltre, sembra mediare la neurogenesi indotta dall'esercizio, cioè, il processo tramite cui i nuovi neuroni proliferano e si sviluppano (Churchill, 2002).

La neurogenesi indotta dall'esercizio fisico è stata valutata nell'ippocampo di ratti adulti che eseguono una corsa ripetuta; gli stessi risultati sono stati analizzati in correlazione con l'incremento dell'apprendimento e della memoria su dei compiti quali il labirinto acquatico di Morris e il labirinto a bracci radiale (van Praag, 1999). Uno studio recente (van der Borght 2007) ha registrato differenze tra un programma di 2 settimane di corsa rispetto all'addestramento di un compito del labirinto, ciò ha dimostrato che l'esercizio migliora sia l'acquisizione che la conservazione dell'apprendimento. Questi miglioramenti conoscitivi sono stati perfezionati dall'aumento della neurogenesi dell'ippocampo. Sebbene ancora un argomento molto discusso, si pensa che le nuove cellule dell'ippocampo facilitino l'apprendimento e la memoria (Kramer, Erickson, 2007). Vi è minor dibattito sul fatto che l'esercizio migliori il potenziamento a breve termine ed a lungo termine, la *"synaptic parallel of learning"* nell'ippocampo attraverso il tempo regolamentare e l'interazione del IGF-1 e del BDNF (Bechara, Kelly, 2013).

Le ricerche affermano sempre più che l'impatto dell'esercizio sulla cognizione umana sia mediato dai simili meccanismi (Bechara, Kelly, 2013). Pereira et al. (2007) confermano che l'esercizio aerobico cronico aumenta il volume regionale del sangue cerebrale (CBV) in un'area specifica dell'ippocampo sia nei topi che negli esseri umani.

*Esercizio aerobico acuto:* L'esercizio aerobico induce anche dei cambiamenti neurochimici immediati che preparano il sistema nervoso centrale all'acquisizione di abilità sia concomitanti che successive. In un modello di ischemia dei roditori, l'esercizio aerobico (antecedente all'esercitazione sulla capacità motoria) conduce al maggior recupero di abilità rispetto al singolo esercizio specifico (Ploughman, 2007). Inoltre, in modo marginale, persiste una maggiore espressione del mRNA BDNF, il quale suggerisce che il tempo regolamentare dei fattori di crescita è alla base dell'effetto di innesco.

Uno studio con gli esseri umani propone ulteriormente che l'esercizio ha un effetto di attivazione immediata (Winter et al., 2007). L'apprendimento risulta superiore dopo uno sforzo breve ma intenso rispetto ad una corsa più lunga ma moderatamente intensa (o nel periodo di riposo). Questo effetto combacia con degli aumenti nei livelli periferici del BDNF e di monoamine (dopamina, norepinefrina ed epinefrina).

L'esercizio fisico non solo induce cambiamenti morfologici duraturi col passare del tempo (Chaddock-Heyman et al., 2013) ma stimola le immediate modifiche chimiche, le quali migliorano la prestazione conoscitiva. Di conseguenza, sia l'esercizio acuto che quello cronico facilitano la funzione esecutiva attraverso differenti vie fisiologiche (McMorris, 2008).

## 2. Metodi

Lo studio è stato svolto all'interno di tre scuole elementari della provincia di Teramo; le sedi scolastiche erano dotate di palestre ben attrezzate. I bambini delle classi prime sono stati divisi in due gruppi: 40 facenti parte del gruppo di controllo e 107 del gruppo di lavoro.

### *2.1. Programma di allenamento*

È stato condotto un programma di educazione motoria (durata sei mesi) di due lezioni a settimana, progettato per la specifica età.

Le classi dei gruppi sperimentali hanno svolto due lezioni di attività motoria di 60 minuti alla settimana; le lezioni sono state suddivise in due fasi: riscaldamento e defaticamento (pre e post allenamento) per un totale di 10 minuti e la fase centrale di 40 minuti. Quest'ultima è stata ulteriormente divisa in due periodi da 20 minuti; nei primi sono stati trattati gli schemi motori di base (coordinazione, ritmo ed equilibrio), nei restanti l'attività fisica aerobica (capacità aerobica, forza e flessibilità).

Ogni classe del gruppo sperimentale è stata istruita e controllata da un educatore motorio con il coordinamento dell'insegnante. I gruppi di controllo sono stati assegnati all'attività curricolare pari ad un'ora a settimana, riguardante prevalentemente l'aspetto ludico.

### *2.2 Disegno sperimentale*

Il disegno sperimentale ha previsto la misurazione delle capacità motorie e cognitive prima e dopo l'effettuazione di un'attività motoria potenziata della durata di 6 mesi.

Il gruppo di controllo ha continuato ad effettuare l'attività motoria seguendo il normale programma didattico; nel gruppo di lavoro si è effettuato un aumento di un'ora di attività motoria.

Le analisi sono state effettuate con lo "shuttle run test" a livello motorio e "test di autoefficacia" in ambito cognitivo, descritti più avanti. I dati raccolti prima dell'intervento sono stati poi comparati con i dati osservati dopo l'intervento per determinare eventuali differenze prima e dopo la sperimentazione nel gruppo di lavoro e tra gruppo di controllo e lavoro.

### *2.3 Analisi prima e dopo la sperimentazione*

L'analisi è stata compiuta analizzando gli effetti motori dati dalla sperimentazione e i benefici cognitivi; successivamente è stata confrontata con i punti di partenza del gruppo di lavoro e con un gruppo di controllo.

## **3. Analisi motoria**

L'analisi motoria è stata effettuata tramite lo "shuttle run test", una corsa a navetta 4x10 registrando i tempi medi prima della sperimentazione e sei mesi dopo la sperimentazione (Santos, Mota, 2011).

### *3.1 Shuttle Run Test*

Lo scopo è quello di misurare la velocità di movimento, agilità e coordinazione prima e dopo la sperimentazione. Attrezzatura utilizzata: cronometro, nastro adesivo, nastro di misura, tre spugne di diversi colori e quattro coni.

Il test necessita di due linee parallele sul pavimento a 10 m di distanza, utilizzando il nastro come delimitatore.

In linea di partenza si pone una spugna (B) e in linea opposta due spugne (A e C).

Quando viene dato il “via”, il bambino (senza spugna) parte, correndo verso la spugna (A) e la afferra. Successivamente ritorna alla linea di partenza attraversandola con entrambi i piedi.

In questa posizione getta la spugna (A) e prende la spugna (B), posizionata in linea di partenza. Correndo, poi, torna alla linea opposta e scambia la spugna (B) con la (C). Infine, si sposta nuovamente verso la linea di partenza superandola e terminando la prova.

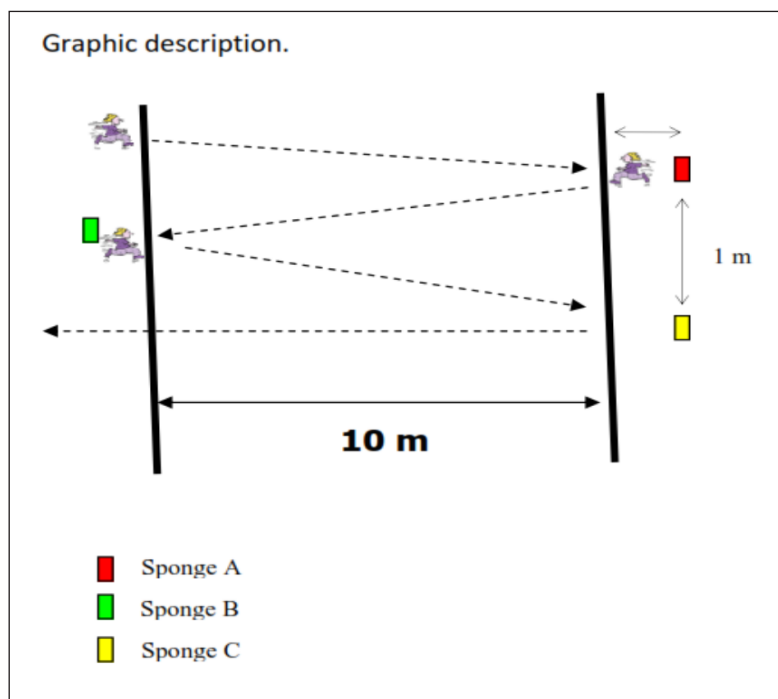


Fig.1: The ALPHA Health Related Fitness Test Battery for Children and Adolescents, Test Manual

Dopo un adeguato riscaldamento, il test è stato spiegato, provato da ogni bambino ed infine eseguito. Per la corretta misura è stato valutato che entrambi i piedi superino la linea ogni volta, rimanendo nel percorso richiesto eseguendolo il più rapidamente possibile.

La prova si interrompe quando il traguardo viene tagliato con un piede. Il bambino non deve scivolare o fermarsi durante il test, quindi è necessario un pavimento antiscivolo.

### 3.2 Analisi dei dati

Il gruppo di lavoro nella prova iniziale ha ottenuto un tempo medio di  $16.88 \pm 4s$ , con un valore massimo di 20.69s ed un tempo minimo di 12.65s.

In seguito alla sperimentazione, il tempo medio corrisponde a  $15.84 \pm 4s$ , con



un valore massimo di 20.65s e valore minimo 12.20s; il beneficio motorio che si ha a seguito dei sei mesi di sperimentazione è equiparabile a 1.04s.

La stessa analisi è stata esaminata nel gruppo di controllo, sottoposto a lezioni di tipo tradizionale (1 ora a settimana per classe) al quale è stato sottoposto il test con un valore medio di  $16.48 \pm 2s$ . Dopo sei mesi vi è stata la riproposizione del test con un valore di  $16.18 \pm 3s$ : il beneficio a livello motorio è pari a 0.30s.

Dunque, dopo i sei mesi, confrontando il gruppo di controllo e gruppo di lavoro si analizza un divario tra i tempi medi di 0.34s; anche se il divario sembra sottile, bisogna tenere conto anche dei differenti tempi di partenza a favore di 0.40s nel gruppo di controllo.

Risultano lampanti i benefici a livello della velocità di movimento, agilità e coordinazione dati da un aumento di attività motoria (1.04s).

#### 4. Analisi cognitiva

L'analisi cognitiva è stata effettuata prendendo in esame l'autoefficacia, definita dal celebre psicologo Albert Bandura come "le convinzioni delle persone sulle loro capacità di produrre specifici risultati".

Dell'autoefficacia percepita non è possibile avere una misura adatta ad ogni caso in esame, dunque generale. La maggior parte degli items, in un test generale, può avere scarsa o nessuna rilevanza per un ambito specifico di funzionamento.

Di conseguenza una valutazione esaustiva dell'efficacia personale deve tener conto dei fattori comportamentali che, in vari modi, concorrono alla regolazione dell'esercizio fisico e sui quali i soggetti in esame possono esercitare un qualche controllo.

In questo lavoro si è considerato che gli individui in analisi erano di età compresa tra i 6 e gli 8 anni. Le domande assegnate non avevano una struttura né un lessico complessi ma, al contrario, intuitivi e diretti per permetterne la facile interpretazione ai bambini.

##### 4.1 Gradazioni del livello di difficoltà e formulazione delle voci di valutazione

L'autoefficacia percepita dovrebbe essere misurata in relazione a compiti che comportano varie gradazioni di sfide o ostacoli. Le stime di autoefficacia percepita riflettono il livello di difficoltà che gli individui ritengono di poter superare.

Per la formulazione delle voci di valutazione si è tenuto presente che gli items devono considerare il livello di comprensione dei partecipanti, evitando per quanto possibile:

- items ambigui o formulati male;
- linguaggio tecnico, con termini inusuali, estranei al vocabolario usato comunemente;
- items complessi che concernono aspetti differenti di autoefficacia percepita, per i quali i rispondenti possono avere livelli diversi di capacità percepita.

Valutando l'età dei soggetti, si sono somministrati items con struttura breve e lessico esplicito; la comprensibilità e la chiarezza sono stati verificati attraverso un pre-test.

Nella metodologia standard, per misurare le convinzioni di efficacia persona-



le vengono presentati items che comportano differenti livelli di difficoltà e che valutano la forza delle convinzioni personali circa l'abilità di eseguire determinate attività.

Gli individui registrano la forza delle proprie convinzioni di efficacia su una scala da 100 punti, con formato di risposta a intervalli di 10 unità: da 0 («Non sono in grado/capace di farlo»), attraverso gradi intermedi di sicurezza, 50 («Moderatamente convinto di essere in grado/capace di farlo»), fino alla sicurezza completa, 100 («Certo di essere in grado/capace di farlo»).

Il test somministrato in questo lavoro è formato da una scala di pochi punti, semplice e di facile somministrazione per il target esaminato, ma al contempo meno sensibile.

Le istruzioni preliminari hanno creato le condizioni per le valutazioni appropriate; ai bambini si è chiesto di giudicare le proprie capacità attuali, non quelle potenziali o quelle attese in futuro.

Successivamente si è progettato un item di prova per aiutare i rispondenti a familiarizzare con la scala e, perciò, si è reso necessario ricorrere a indicatori di tipo figurato insieme al verbale. Sono stati rappresentati "omini" che raffigurano le diverse voci; è stato spiegato che le varie figure corrispondono al grado in cui essi sono sicuri di essere capaci di eseguire il compito: quanto più abili sono gli "omini", tanto più essi sono sicuri.

#### *4.2 Analisi degli items*

Il pre-test sugli items ha indotto la riformulazione dei quesiti ambigui e a eliminare gli items per i quali la maggior parte dei bambini dava lo stesso punteggio di risposta. Di seguito il test di autoefficacia somministrato prima e dopo la sperimentazione.

















QUANDO FACCIAMO ATTIVITÀ MOTORIE:				
	1	2	3	4
1	Corro pianissimo 	Corro piano 	Corro veloce 	Corro velocissimo 
2	Sono capace di fare solo esercizi facilissimi 	Sono capace di fare solo esercizi facili 	Sono capace di fare esercizi difficili 	Sono capace di fare esercizi difficilissimi 
3	I miei muscoli sono debolissimi 	I miei muscoli sono deboli 	I miei muscoli sono forti 	I miei muscoli sono fortissimi 
4	Faccio molta fatica quando mi muovo 	Faccio fatica quando mi muovo 	Non faccio fatica quando mi muovo 	Non faccio proprio nessuna fatica quando mi muovo 

Fig. 2 Test autoefficacia

Il questionario inizia con: “quando faccio attività motorie”, per dare una distinzione dagli altri tipi di attività.

Come AUT1 è stato scelto quanto i soggetti hanno percezione della corsa. Il quesito è stato formulato nelle seguenti modalità: “corro pianissimo” che corrisponde al valore 1, “corro piano” valore 2, “corro veloce” valore 3 e “corro velocissimo” valore 4.

L’ AUT2 corrisponde alla percezione della difficoltà degli esercizi. Il test presenta queste possibilità: “sono capace di fare solo esercizi facilissimi” valore 1, “sono capace di fare solo esercizi facili” valore 2, “sono capace di fare solo esercizi difficili” valore 3 e “sono capace di fare esercizi difficilissimi” valore 4.

AUT3 percezione della forza. “i miei muscoli sono debolissimi” valore 1, “i miei muscoli sono deboli” valore 2 “i miei muscoli sono forti” valore 3 “i miei muscoli sono fortissimi” valore 4.

Come ultima AUT4 è stata scelta la fatica percepita nel muoversi. Valore 1 “faccio molta fatica quando mi muovo”, valore 2 “faccio fatica quando mi muovo”, valore 3 “non faccio fatica quando mi muovo”, valore 4 “non faccio proprio nessuna fatica quando mi muovo”.

### 4.3 Analisi dei dati gruppo di controllo e lavoro

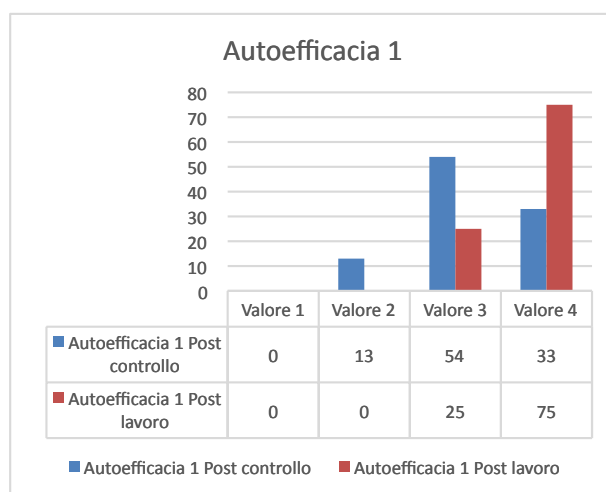
Dopo la riproposizione del test, a sei mesi dall'inizio della sperimentazione, è stata analizzata la percentuale dell'autoefficacia e confrontata tra il gruppo di controllo e gruppo di lavoro.

Percentuale Autoefficacia post controllo					Percentuale Autoefficacia post lavoro				
	AUT 1	AUT 2	AUT 3	AUT 4		AUT 1	AUT 2	AUT 3	AUT 4
Valore 1	0%	0%	0%	3%	Valore 1	0%	0%	0%	0%
Valore 2	13%	15%	13%	10%	Valore 2	0%	7%	3%	2%
Valore 3	54%	37%	47%	47%	Valore 3	25%	29%	34%	19%
Valore 4	33%	48%	40%	40%	Valore 4	75%	64%	63%	79%
Totale	100%	100%	100%	100%	Totale	100%	100%	100%	100%

**Tab. 1 Percentuale autoefficacia post controllo**    **Tab. 2 Percentuale autoefficacia post lavoro**

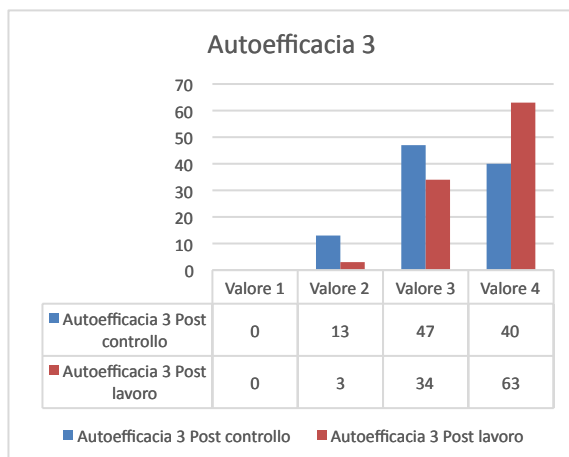
Confrontando il gruppo di controllo e lavoro risulta evidente il divario dell'ottimo senso di autoefficacia percepita (valore 4) tra il 42% in AUT 1 e il 23% in AUT 3; inoltre lo scarso senso di autoefficacia (valore 2) risulta avere un gap che va dal 13% in AUT 1 al 8% in AUT 2 e AUT 4.

Compiendo un'analisi più attenta sull'autoefficacia di corsa percepita (AUT1) il divario tra gruppo di controllo e lavoro nell'ottimo senso di autoefficacia (valore 4) è compensato da un maggior numero di soggetti analizzati (+29%) con un buon senso di autoefficacia (valore 3) e dallo scarso senso di autoefficacia (valore 2) +13%, rispetto al gruppo di lavoro. Di seguito il grafico.



**Graf. 1 confronto post controllo e lavoro dell'AUT 1 (percezione della corsa).**

Nella percezione di forza (AUT 3) il divario del 23% nell'ottimo senso dell'autoefficacia è compensato da un livello più elevato del 13% nel buon senso di autoefficacia (valore 3) e 10 % nello scarso senso d'autoefficacia (valore 2).



**Graf. 2 confronto post controllo e lavoro dell'AUT 3 (percezione della forza).**

Confrontando il gruppo di lavoro e controllo, dopo la sperimentazione, si nota, nel gruppo di lavoro, un valore più grande in percentuale di soggetti aventi un ottimo senso di autoefficacia in tutti i campi analizzati. Esaminando il gruppo di controllo, l'insufficiente (valore 1) o scarso (valore 2) livello di autoefficacia risultano avere delle percentuali più elevate rispetto al gruppo di lavoro.

Il gruppo sottoposto alla sperimentazione risulta avere un livello di autoefficacia maggiore.

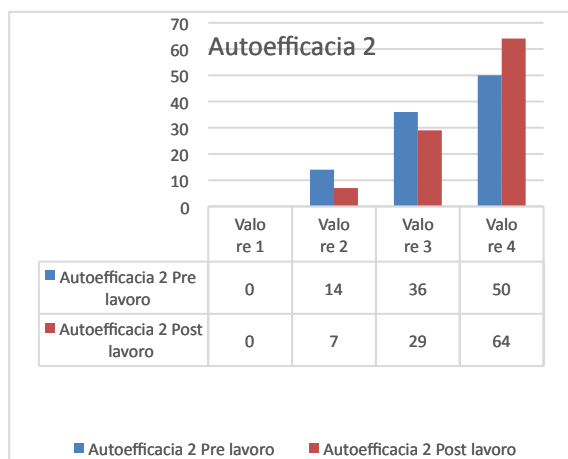
#### 4.4 Analisi dei dati gruppo di lavoro prima e dopo la sperimentazione

	Percentuale Autoefficacia pre lavoro				Percentuale Autoefficacia post lavoro			
	AUT 1	AUT 2	AUT 3	AUT 4	AUT 1	AUT 2	AUT 3	AUT 4
Valore 1	2%	0%	1%	2%	Valore 1	0%	0%	0%
Valore 2	3%	14%	10%	7%	Valore 2	0%	7%	3%
Valore 3	28%	36%	35%	21%	Valore 3	25%	29%	34%
Valore 4	67%	50%	54%	70%	Valore 4	75%	64%	63%
Totale	100%	100%	100%	100%	Totale	100%	100%	100%

**Tab. 3 Percentuale autoefficacia pre lavoro    Tab. 4 Percentuale autoefficacia post lavoro.**

Compiendo un'analisi nel gruppo di lavoro prima e dopo la sperimentazione risulta esservi un incremento dell'ottimo senso di autoefficacia percepita (valore

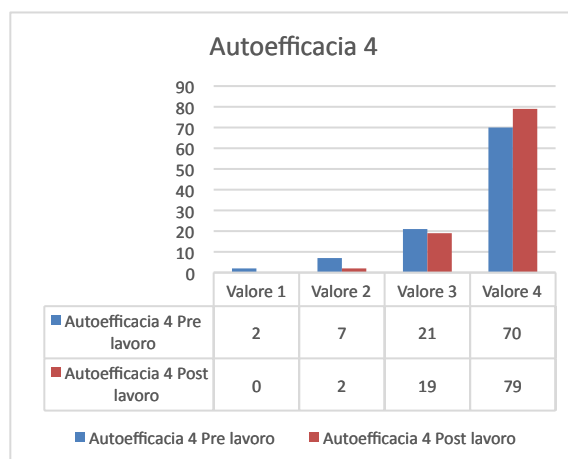
4) tra il 14% in AUT 2 e l'8% in AUT 1. Lo scarso senso di autoefficacia (valore 2) ha un gap che va dal 7% in AUT 2 e 3 fino al 3% in AUT 1. Esaminando il senso di autoefficacia nullo (valore 1), varia tra 1-2% nel gruppo di lavoro, mentre, appare chiaramente assente dopo l'intervento.



**Graf. 3 confronto pre e post lavoro dell'AUT 2 (percezione della difficoltà degli esercizi).**

Considerando il senso di autoefficacia percepita nella difficoltà degli esercizi (AUT 2) il divario tra gruppo di controllo e lavoro nel valore 4 è compensato da un maggior numero di soggetti analizzati (+7%) che hanno espresso un buon senso di autoefficacia (valore 3) e dallo scarso senso di autoefficacia (valore 2) +7%.

Nella percezione della fatica (AUT 4) il divario del 9% nell'ottimo senso dell'autoefficacia è dato da un livello più elevato del 2% nel buon senso di autoefficacia (valore 3), del 5% nello scarso senso d'autoefficacia (valore 2) e del 2% nell'insufficiente percezione d'autoefficacia (valore 1).



**Graf. 4 confronto pre e post lavoro dell'AUT 4 (percezione della fatica).**

Seppur i divari prima e dopo la sperimentazione nel gruppo di lavoro risultano essere lievi nell'AUT 4 come nell'AUT 1 e 3, di fondamentale rilievo risulta essere l'annullamento del valore 1 e la drastica riduzione del valore 2. I soggetti analizzati dopo 6 mesi di sperimentazione risultano avere un incremento dell'ottimo senso dell'autoefficacia in tutti i campi analizzati, una diminuzione ragguardevole dello scarso senso di autoefficacia e un annullamento dell'insufficiente senso di autoefficacia valore 1.

## Conclusioni

Lo scopo di questo studio sperimentale è stato verificare i benefici motori e cognitivi che si ottengono con un intervento motorio di potenziamento dell'attività motoria curriculare nella scuola primaria.

Confrontando soggetti che hanno preso parte alla sperimentazione con un insieme di individui estranei ad essa, si è dimostrato che i benefici sono notevoli e molteplici, sia a livello motorio che cognitivo.

Nel gruppo di lavoro i valori dei tempi medi dello shuttle run test risultano essere ridotti significativamente dopo la sperimentazione, evidenziando dei benefici a livello della velocità di movimento e coordinazione. In aggiunta, analizzando la componente cognitiva, i soggetti sottoposti al progetto risultano avere dei livelli ottimi di autoefficacia, maggiori rispetto al gruppo di controllo (tra il 42% e il 23%). In quest'ultimo si evidenziano inoltre una percentuale più elevata nello scarso e insufficiente senso di autoefficacia in tutti gli ITEMS analizzati.

Da mettere in evidenza, nel gruppo di lavoro, i divari prima e dopo la sperimentazione, i quali hanno un incremento dell'ottimo senso di autoefficacia in tutti i campi analizzati (~14%) e una diminuzione ragguardevole dello scarso senso di autoefficacia con un annullamento dell'insufficiente.

Lo sviluppo dell'uomo comprende tutte quelle modificazioni che avvengono negli ambiti cognitivi, sociali, fisici e motori. Se è vero che questi diversi ambiti interagiscono continuamente tra loro e che una conoscenza dello sviluppo globale di un individuo non può prescindere da nessuno di essi, è anche vero che lo sviluppo motorio incide sullo sviluppo del comportamento cognitivo, affettivo e sociale di un individuo.

Per questo motivo l'educazione motoria nella scuola primaria, oltre ad uno stile di vita attivo, assume un ruolo fondamentale nel processo educativo e di crescita del bambino; essa aiuta il completo e corretto sviluppo della personalità e a prevenire comportamenti errati come la sedentarietà che può portare a sovrappeso, deficit motori e posturali.

Si può certamente affermare che attraverso il movimento il bambino crea e conosce sé stesso e il mondo che lo circonda.

Il movimento risulta fondamentale, sia nel processo di crescita che all'interno della scuola, sostenendo il completo sviluppo della personalità e la prevenzione dei principali effetti della sedentarietà (il sovrappeso, i deficit motori e posturali, la salute mentale e la funzione esecutiva) in particolar modo nella società odierna.

## Riferimenti Bibliografici

- Banich, M.T. (2009). Executive Function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 89–94.
- Battig, W.F. (1972). Interference During Learning as a Sources of Facilitation in Subsequent Retention and Transfer.
- Bechara, R.G., Kelly, Á. M. (2013). Exercise improves object recognition memory and induces BDNF expression and cell proliferation in cognitively enriched rats. *Behavioural brain research*, 245, 96-100.
- Bjorklund, D.F., Ellis, B.J. (2014). Children, childhood, and development in evolutionary perspective. *Developmental Review*, 34, 225-264.
- Bjorklund, D. F., Beers, C. (2016). The adaptive value of cognitive immaturity: Applications of evolutionary developmental psychology to early education. In *Evolutionary Perspectives on Child Development and Education* (pp. 3-32). Springer International Publishing.
- Brady, F. (2008). The contextual interference effect and sport skills. *SAGE Journals*, 106, 461–472.
- Carey, J.R., Bhatt, E., Nagpal, A. (2005). Neuroplasticity promoted by task complexity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 33, 24–31.
- Cassilhas, R.C., Tufik, S., de Mello, M.T. (2016). Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 73, 975-983.
- Chaddock, L., Pontifex, M.B., Hillman, C.H., Kramer, A.F. (2011). A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 975–985.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Vanpatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B., Raine, L.B., Hillman, C.H., Kramer, A.F. (2010). Basal ganglia volume is associated with aerobic fitness in preadolescent children. *Developmental Neuroscience*, 32, 249–256.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K.I., Voss, M.W., Knecht, A.M., Pontifex, M.B., Castelli, D.M., Hillman, C.H., Kramer, A.F., (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 72, 1-13
- Chaddock-Heyman, L., Hillman, C.H., Cohen, N.J., Kramer, A.F. (2014). The importance of physical activity and aerobic fitness for cognitive control and memory in children. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 79, 25-50.
- Churchill, J.D., Galvez, R., Colcombe, S., Swain, R.A., Kramer, A.F., Greenough, W.T., (2002). Exercise, experience and the aging brain. *Neurobiology of Aging*, 23, 941–955.
- Cotman C.W., Berchtold N.C., Christie L.A. (2007). Exercise builds brain health: Key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neurosciences*, 30, 464–472.
- da Silva, S.G., Doná, F., da Silva Fernandes, M.J., Scorza, F.A., Cavalheiro, E.A., Arida, R.M.(2010). Physical exercise during the adolescent period of life increases hippocampal parvalbumin expression. *Brain and Development*, 32, 137-142
- Diamond A. (2006). The early development of executive functions. In E. Bialystok, F.I. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70-95). Oxford, IL: Oxford University Press.
- Dishman, R.K., Berthoud, H.R., Booth, F.W., Cotman, C.W., Edgerton, V.R., Fleshner, M.R., Gandevia, S.C., Pinilla, F.G., Greenwood, B.N., Hillman, C.H., Kramer, A.F., Levin, B.E., Moran, T.H., Russo-Neustadt, A.A., Salamone, J.D., van Hooissen, J.D., Wade, C.E., York, D.A., Zigmond, M.J. (2006). Neurobiology of exercise. *Obesity*, 14, 345–356.
- Edelman, G. M. (1993). Neural Darwinism: selection and reentrant signaling in higher brain function. *Neuron*, 10, 115–125.
- Erickson, K.I., Hillman, C.H., Kramer, A.F., (2015). Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 27-32
- Gottlieb, G., (2007). Probabilistic epigenesis. *Developmental Science*, 10, 1-11.
- Hillman, C.H., Erickson, K.I., Kramer, A.F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 58–65.
- Holmes, P.V.(2006). Current findings in neurobiological systems' response to exercise. In: L. Poon, W. Chodzo Zajko, P.D. Tomporowski (Eds.), *Active living, cognitive functioning, and aging* (pp. 75-89). Champaign, IL: Human Kinetics.



- Kramer, A.F., Erickson, K.I. (2007). Capitalizing on cortical plasticity: Influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 342–348.
- Lickliter, R., Honeycutt, H. (2015). Biology, Development, and Human Systems. *Handbook of Child Psychology and Developmental Science*, 5, 1–46.
- Lubans, D., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M., Nilsson, M., Kelly, P., Smith, J., Raine, L., Biddle, S. (2016). Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth: A Systematic Review of Mechanisms. *Pediatric*, 138.
- McMorris, T., Collard, K., Corbett, J., Dicks, M., Swain, J.P. (2008). A test of the catecholamines hypothesis for an acute exercise-cognition interaction. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 89, 106–115.
- 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” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Pereira, A.C., Huddleston, D.E., Brickman, A.M., Sosunov, A.A., Hen, R., McKhann, G.M., Sloan, R., Gage, F.H., Brown, T.R., Small, S.A. (2007). An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 104, 5638–5643.
- Ploughman, M., Attwood, Z., White, N., Doré, J.J.E., Corbett, D. (2007). Endurance exercise facilitates relearning of forelimb motor skill after focal ischemia. *European Journal of Neuroscience*, 25, 3453–3460.
- Santos, R., Mota, J. (2011). The ALPHA health-related physical fitness test battery for children and adolescents. *Faculty of social sciences – papers*, 26, 1199–1200
- Smith, P.J., Blumenthal, J.A., Hoffman, B.M., Cooper, H., Strauman, T.A., Welsh-Bohmer, K., Brown dyke, J.N., Sherwood, A. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med*, 72, 239–252.
- Thelen, E. (1985). Developmental origins of motor coordination: Leg movements in human infants. *Developmental Psychobiology*, 18, 1–22.
- Thelen, E., Kelso, J.A.S., Fogel A., (1987). *Self-organizing systems and infant motor development*. Developmental Review, 7, 39 – 65.
- Tomprowski, P.D., Davis, C.L., Miller, P.H., Naglieri, J.A. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 20, 111–131.
- Van der Borght, K., Havekes, R., Bos, T., Eggen, B.J.L., Van der Zee, E.A. (2007). Exercise improves memory acquisition and retrieval in the Y-maze task: Relationship with hippocampal neurogenesis. *Behavioral Neuroscience*, 121, 324–334.
- Van Praag, H., Christie, B.R., Sejnowski, T.J., Gage, F.H. (1999). Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96, 13427–13431.
- Vazou, S., Pesce C., Lakes, K., Smiley-Oyen A. (2016). More than one road leads to Rome: A narrative review and meta-analysis of physical activity intervention effects on cognition in youth. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 1–26
- Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F.C., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A., Krueger, K., Fromme, A., Korsukewitz, C., Floel, A., Knecht, S. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87, 597–609.