Movimento e funzioni esecutive : il progetto pilota di Monte Carasso

Lietta Santinelli BSc HES-SO e Paola Andreazzi BSc SUPSI in ergoterapia, Centro Ergoterapia Pediatrica (CEP), Bellinzona.

Abstract

Il progetto pilota di Monte Carasso ha come obbiettivo di valutare le ripercussioni di un allenamento motorio specifico sulle funzioni motorie e esecutive degli allievi di 10-11 anni. 15 allievi di una classe di quinta elementare sono stati sottoposti a 20 minuti di attività fisica quotidiana comprendenti compiti di motricità globale, motricità fine e di propriocezione durante 6 mesi. Le prestazioni motorie degli allievi sono state valutate all'inizio e alla fine, utilizzando delle valutazioni essenzialmente standardizzate e in via di standardizzazione (M ABC, TOL, QUFE), e confrontate con quelle di una classe non sottoposta al progetto, che fungeva da gruppo di controllo.

L'evoluzione della classe stimolata differisce in modo statisticamente significativo dall'evoluzione della classe di controllo nelle prestazioni motorie (equilibrio), nella pianificazione e risoluzione dei problemi e in alcune funzioni esecutive valutate dagli insegnanti : iniziativa, attenzione, pianificazione, organizzazione, così come una tendenza significativa nel controllo emotivo e nella flessibilità.

I risultati confermano un legame positivo tra l'allenamento delle funzioni motorie e lo sviluppo delle funzioni esecutive nel bambino di quinta elementare e sostengono la creazione di programmi di prevenzione e di stimolazione.

Si tratta però di uno studio esplorativo, condotto su una popolazione specifica e su un numero ridotto di bambini. Uno studio più esteso, se possibile su base probabilistica, sarebbe necessario per confermare e generalizzare i risultati.

Parole chiave : Funzioni esecutive, Attività fisica, Apprendimento, Ergoterapia.

Testo

Il progetto pilota di Monte Carasso è nato con l'intento di creare un programma di movimento quotidiano, che potesse stimolare le funzioni motorie ed esecutive e permettere una maggior efficacia nei processi di apprendimento, in una classe di allievi di quinta elementare.
In questo articolo vengono presentati i passaggi del progetto: l'evidenza scientifica, il programma motorio quotidiano, la valutazione, l'analisi dei risultati. Ne vengono poi illustrati i limiti e i possibili sviluppi futuri.

L'importanza del movimento per la salute

L'attività motoria è un fattore importante per il benessere dei bambini, a livello fisico, mentale e sociale; insieme all'alimentazione è fondamentale per la prevenzione dell'obesità, causa di ripercussioni socio-sanitarie importanti (OMS, 2004). Durante gli ultimi anni sono sorti diversi progetti di salute pubblica volti ad affermare l'importanza del movimento nelle diverse fasce di età della popolazione e a inserire il movimento nella vita quotidiana fin dalla prima infanzia. Alcuni di questi progetti coinvolgono anche allievi del Canton Ticino, all'interno delle classi o sul percorso casa-scuola.[1]

Migliorare l'apprendimento attraverso l'attività fisica

L'attività fisica è utile al benessere del bambino, ma presenta anche un investimento a livello di rendimento scolastico e di funzionamento cognitivo. Diversi studi recenti evidenziano una relazione positiva tra il livello di attività fisica degli allievi e il funzionamento cognitivo o il successo scolastico, durante o dopo il periodo di stimolazione. In particolare:

- L'attività fisica è un fattore premonitore significativo per i risultati accademici. Insieme, il BMI (Body Mass Index), i fattori dietetici e l'attività fisica spiegano più del 24% di incremento nei risultati accademici. (Sigfusdottir, Kristjansson e Allegrante, 2006).
- C'è una relazione significativa e positiva tra prestazione scolastica e partecipazione a una attività fisica (Lindner, 2002).
- All'interno della ricerca di Dwyer, Coonan, Worsley & Leitch (1979), i gruppi che avevano seguito delle stimolazioni di educazione fisica supplementari da uno specialista o da un docente specificamente formato, hanno migliorato il loro comportamento in classe rispetto al gruppo di controllo.
- Una differenza positiva e significativa nei risultati scolastici è stata osservata tra un gruppo di allievi stimolato e un gruppo di controllo, anche due anni dopo la fine del programma motorio (Shephard, 1997).
- I risultati scolastici migliori erano associati a una miglior forma fisica, a delle migliori abilità motorie e a una maggior attività fisica (Dwyer, Sallis, Blizzard, Lazarus, Dean, 2001).
- In tre ricerche, il movimento a scuola veniva proposto a scapito delle lezioni scolastiche (lingua, matematica), senza che questo intaccasse il rendimento e il successo scolastico degli allievi (Dwyer et al, 1979; Dollman, Boshoff e Dodd, 2006; Sallis, McKenzie, Kolody, Lewis, Marshall e Rosengard, 1999).

Secondo uno studio di Keays & Allison (1995), l'attività fisica quotidiana riduce inoltre nettamente i problemi di comportamento, promuove un'attitudine positiva e stimola la creatività dei bambini.

La relazione positiva tra attività fisica e apprendimento scolastico potrebbe essere dovuta a diversi aspetti: da una parte l'utilizzo del corpo per svolgere i compiti quotidiani (aspetto

[1] "Scuola in movimento", "Meglio a piedi" e "Movimento e gusto con l'equilibrio giusto".

strumentale), dall'altra lo sviluppo delle funzioni esecutive (aspetto cognitivo), che sono molto presenti anche nelle attività motorie.

Il corpo quale supporto allo svolgimento dei compiti scolastici

Durante la giornata scolastica, diverse attività richiedono delle abilità motorie: scrivere, tagliare, incollare, utilizzare attrezzi (riga, squadra, compasso, goniometro, gomma…), copiare dalla lavagna, disporre il proprio materiale, cambiarsi per la lezione di ginnastica, eseguire lavori manuali, suonare il flauto. Tra queste, le sole attività di scrittura ricoprono il 45-55% del tempo trascorso a scuola di bambini di prima e seconda elementare, per stabilizzarsi sul 30% nei bambini di quarta elementare (Mc Hale and Cermak in Case-Smith, 2009, p.291).
In queste attività il corpo funge da strumento che, se funziona correttamente, permette all'allievo di concentrarsi sulle nozioni da apprendere, senza accordare energia e attenzione ai gesti da compiere o alla posizione seduta.

Affinché il corpo possa sostenere lo svolgimento dei compiti scolastici, sono necessarie diverse abilità motorie. La stabilità posturale permette di mantenere una posizione seduta funzionale e costante durante la giornata ed è necessaria per sviluppare una coordinazione oculo-manuale efficace (Case-Smith, 2009). La stabilità e la mobilità dell'arto superiore e della mano sono alla base dell'utilizzo di attrezzi scolastici e sono necessarie allo sviluppo di una scrittura leggibile, rapida e accurata. Infine, la motricità oculare permette di sviluppare la velocità di lettura, di copiatura dalla lavagna e di orientamento spaziale (Gentile, 2005).
L'automatizzazione dei gesti, importante per eseguire i gesti in modo rapido e senza bisogno di un controllo cognitivo sul compito, è legato al buon funzionamento del sistema propriocettivo, che partecipa anche alla regolazione dello stato di allerta, quindi allo sviluppo dell'attenzione sostenuta (Bundy, Lane e Murray, 2002).

Il ruolo delle funzioni esecutive e il loro legame con l'attività motoria

Il termine "funzioni esecutive" fa generalmente riferimento alle abilità necessarie per programmare, mettere in atto e portare a termine un comportamento finalizzato a uno scopo (Welsh, 2002), anche se il consenso sulla definizione e sui modelli di riferimento non è ancora stato raggiunto. Secondo Marzocchi (2011, in press) le funzioni esecutive si suddividono in 8 categorie: la pianificazione, l'organizzazione, l'inibizione, la flessibilità, il controllo emotivo, l'attenzione, il monitoraggio e l'iniziativa.

Le funzioni esecutive sono necessarie alla buona riuscita scolastica. Durante la giornata, il bambino deve essere in grado di svolgere una serie di compiti alla base dell'apprendimento: organizzare il materiale e la scrivania, gestire i lavori scritti e gli appunti, passare da una consegna all'altra, adattare il suo comportamento alla situazione, inibire le informazioni poco pertinenti, controllare il lavoro che sta svolgendo. Per costruire il suo sapere, l'allievo deve organizzare le informazioni, strutturarle, collegarle alle conoscenze già acquisite. Secondo le ricerche di Borkowski e Pressley (citati da Cornoldi, 1995), un buon studente è un soggetto strategico e flessibile.

L'importanza delle funzioni esecutive per i processi di apprendimento è stata studiata in diverse ricerche. Secondo St Clair- Thompson e Gathercole (2006) un allievo che non riesce a organizzarsi, pianificare, aggiornare la memoria di lavoro, passare da un compito all'altro e inibire comportamenti impulsivi, non è in grado di mantenere l'attenzione su un compito in classe e riuscire a livello accademico. Secondo Barkley (1996) l'abilità di controllare o inibire le risposte è alla base dello sviluppo dell'immaginazione, dell'empatia e della valutazione autonoma di pensieri e azioni.

Le funzioni esecutive sono inoltre coinvolte nello svolgimento di azioni motorie dirette a uno scopo, in un ambiente che si modifica durante l'azione, specialmente se queste azioni sono svolte per la prima volta; per esempio durante le attività di coordinazione motoria e i giochi di squadra (Bundy, Lane e Murray, 2002).

Secondo Tomporowski, Davis, Miller e Naglieri (2008) la relazione tra attività fisica e sviluppo delle funzioni esecutive è dimostrata scientificamente soltanto nell'adulto ma risulta plausibile anche nel bambino, se si considerano le ricerche recenti sullo sviluppo delle regioni frontali e prefrontali e sul funzionamento cerebrale. Secondo Hillmann, Castelli e Buck (2005) le funzioni esecutive, l'attenzione, la memoria di lavoro e la velocità di risposta nei preadolescenti subiscono addirittura uno sviluppo maggiore rispetto a quelle degli adulti, se sottomessi allo stesso allenamento fisico.

Il programma di stimolazione motoria di Monte Carasso

Il programma di stimolazione motoria è stato creato in base alle evidenze scientifiche e alle raccomandazioni del ministero dell'educazione dell'Ontario, pioniere nei programmi di stimolazione e promotore di diverse ricerche sul tema. Il Ministero dell'educazione dell'Ontario consiglia 20 minuti di attività fisica al giorno di intensità da moderata a sostenuta, durante ogni giornata scolastica.

Le attività proposte

Le attività proposte sono state studiate e selezionate allo scopo di migliorare il controllo posturale, l'equilibrio, le funzioni oculo-manuali e la coordinazione; sviluppare l'organizzazione visuo-spaziale e cognitiva, la velocità di esecuzione, l'inibizione; aumentare l'attenzione in classe, la motivazione e la partecipazione durante le lezioni.
I 20 minuti di attività motoria quotidiana sono stati ripartiti su diversi momenti. Innanzitutto sono stati utilizzati gli *spostamenti* che gli allievi effettuano diverse volte al giorno all'interno della scuola. Per esempio durante gli spostamenti dal cortile di ricreazione alla classe sono stati proposti degli esercizi per migliorare la resistenza, come la "carriola". E' stata poi fornita alla classe una "*ruota del movimento"* per selezionare ogni giorno un pacchetto di attività da svolgere all'interno della classe; ogni "pacchetto" era composto da un'attività di motricità globale, un'attività di motricità fine e un'attività propriocettiva, che assicurasse il ritorno alla calma. Le docenti hanno installato una trave di equilibrio in classe, per effettuare una *lezione in movimento* ogni settimana; gli allievi potevano svolgere le attività di memorizzazione e di lettura esercitando l'equilibrio. Infine, ogni allievo ha potuto sedersi su un *pallone terapeutico* al posto della sedia, per mezza giornata al giorno.
Sono state proposte delle idee di giochi e attività da eseguire durante le lezioni di educazione fisica con lo scopo di sviluppare la dimensione spazio-temporale del gesto.

L'ipotesi

Sottoponendo gli allievi a un programma motorio quotidiano appositamente studiato, si avranno ripercussioni sulla motricità globale e fine, sugli aspetti strumentali, sulle funzioni esecutive e di conseguenza sull'apprendimento degli allievi.

La metodologia

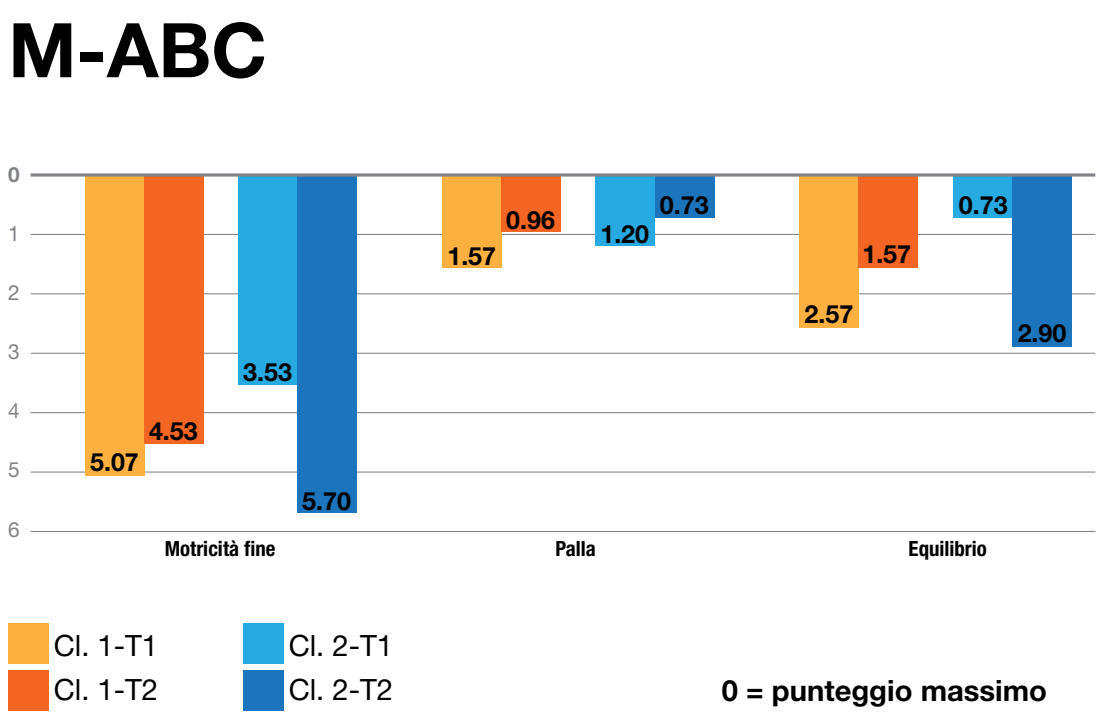
Hanno partecipato al progetto due classi di quinta elementare, la "classe 1" ha svolto il programma motorio quotidiano durante sei mesi, la "classe 2" ha continuato il programma scolastico regolare. La classe 1 era composta da 15 allievi, età media 10.1, di cui 6 femmine e 9 maschi. La classe 2 era composta da 14 allievi, età media 10.3, di cui 6 femmine e 8 maschi. Sono stati esclusi i bambini seguiti da servizi di sostegno o terapisti esterni così come i bambini che avevano ripetuto la classe.
Gli allievi delle due classi sono stati sottoposti, prima e dopo il periodo di stimolazione, alle

seguenti valutazioni:

- Il Movement Assessment Battery for Children (**Movement ABC**, Henderson and Sudgen, 1992), test standardizzato che valuta le abilità di motricità fine, di interazione con la palla e di equilibrio.
- Il **Test di rapidità di scrittura**. Test non standardizzato che misura il numero di caratteri copiati in 5 minuti.
- Il Tower of London (**TOL**, Shallice e McCarthy 1982; versione italiana di Sannio Fancello, Vio e Cianchetti, 2006). Test standardizzato che valuta le funzioni esecutive, in particolare il problem solving e la pianificazione.
- Il Questionario delle Funzioni Esecutive (**QUFE**, Marzocchi, in press). Questionario in via di standardizzazione riempito da insegnanti e genitori, che misura le funzioni esecutive: flessibilità, inibizione, pianificazione, organizzazione, attenzione, controllo emotivo, iniziativa e monitoraggio.
- Il confronto tra le note della fine dell'anno scolastico 2009-2010 e 2010-2011, per cercare un incremento, un peggioramento o uno stallo delle note delle due classi.

I dati raccolti sono stati analizzati attraverso il programma statistico SPSS.

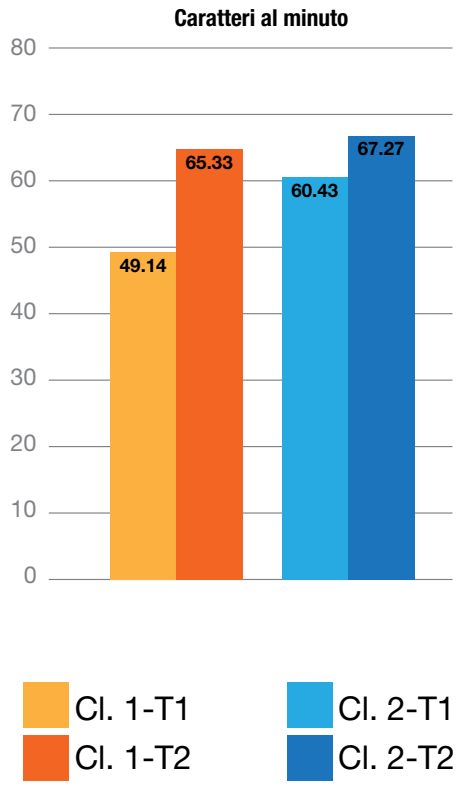
Risultati



(Figura 1- Risultati del test ABC Movement)

Alla valutazione iniziale le due classi avevano un livello statisticamente simile nelle categorie *motricità fine* e *palla.* La classe 2 era invece migliore nella categoria *equilibrio*. Questa situazione iniziale sosteneva l'impressione delle docenti della classe 1 che reputavano i loro allievi meno abili, durante la lezione di ginnastica.
Mentre la classe 1 è evoluta positivamente in tutte le categorie, la classe 2 è evoluta soltanto nella categoria *palla,* ha subito una flessione nelle categorie *motricità fine* e una flessione significativa nella categoria *equilibrio* ($p<0.01$). Benché decrescente, il risultato dell'equilibrio della classe 2 si situa però ancora nella norma per l'età.
La categoria *palla* non è stata influenzata dal programma motorio, che non conteneva, in effetti, alcuna attività con la palla.

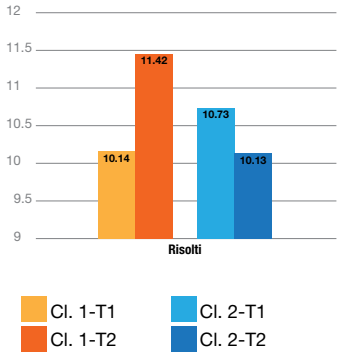
Il confronto tra l'evoluzione delle due classi indica che la classe 1, sottoposta al programma motorio specifico, ha migliorato la motricità fine e l'equilibrio rispetto alla classe 2.



(Figura 2- Risultati test di scrittura)

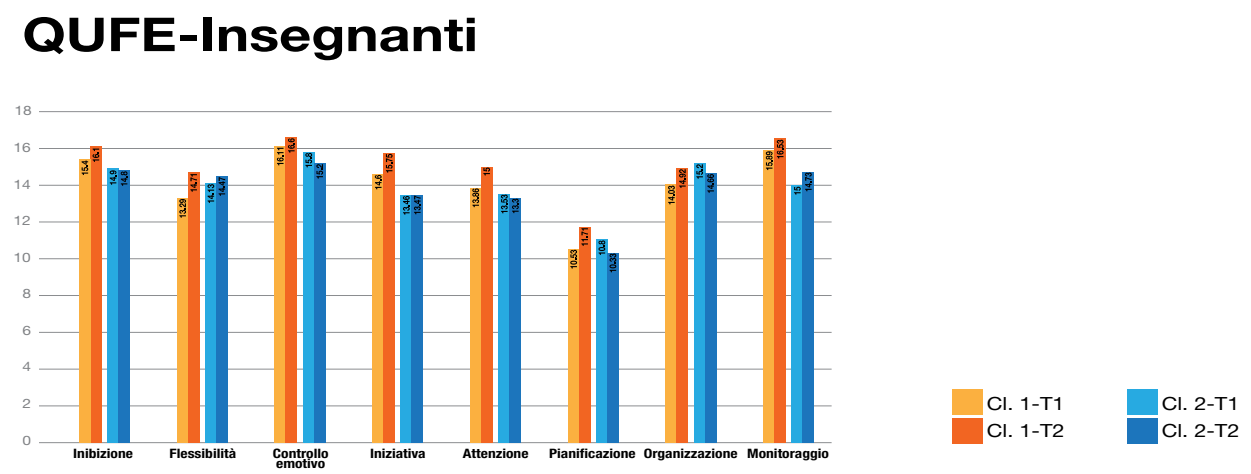
Alla valutazione iniziale, la rapidità di scrittura della classe 1 era inferiore di 11 caratteri al minuto rispetto a quella della classe 2. Questo dato confermava l'impressione delle insegnanti, che reputavano i loro allievi più lenti durante la scrittura in classe. Al termine del periodo di stimolazione, la classe 1 ha progredito di 16 caratteri al minuto, contro i 7 caratteri della classe 2. Gli allievi della classe 1 hanno recuperato il ritardo iniziale e alla valutazione finale le due classi si situano a pari livello.
Questi risultati si possono mettere in relazione con l'evoluzione nelle abilità di motricità fine (v. Figura 1). In una ricerca di Kaiser, Albaret e Doudin (2009), è dimostrato che i risultati della motricità fine del test ABC Mov predicono la qualità della scrittura, altre ricerche sono in corso sul legame tra qualità e rapidità di scrittura.

TOL



(Figura 3- Risultati test TOL)

I risultati del test Torre di Londra (TOL) mostrano che alla valutazione iniziale le due classi presentavano risultati di pari livello. Il risultato degli allievi della classe 1 è progredito in modo significativo ($p<0.01$), mentre il risultato della classe 2 mostra un leggero regresso.
Confrontando l'evoluzione delle due classi si nota che l'evoluzione della classe 1 discorda in modo significativo rispetto a quella della classe 2 ($p<0.01$). Gli allievi che hanno beneficiato di una stimolazione motoria quotidiana, hanno migliorato la pianificazione e il problem solving, rispetto al gruppo di controllo. Questo risultato concorda con i risultati del QUFE insegnanti (vedi Figura 4).

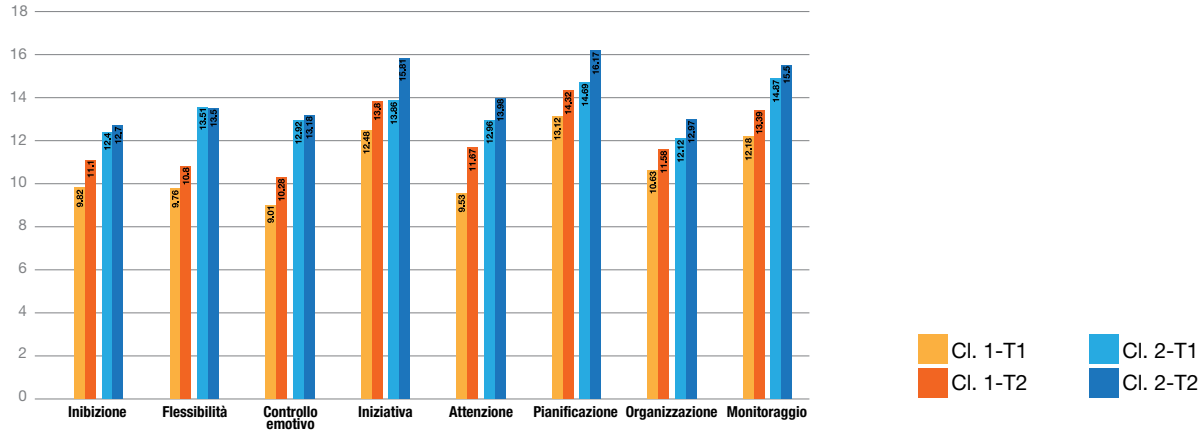


(Figura 4- Risultati Questionario Funzioni Esecutive- Insegnanti)

L'analisi del Questionario delle Funzioni Esecutive compilato dagli insegnanti mostra, alla valutazione iniziale, due classi di pari livello in tutte le categorie.
Al termine dei sei mesi di stimolazione motoria, la classe 1 è evoluta positivamente in tutte le categorie. Il progresso è stato significativo in sei categorie su otto : *inibizione* ($p<0.05$), *flessibilità* ($p<0.01$), *iniziativa* ($p<0.01$), *attenzione* ($p<0.01$), *pianificazione* ($p<0.01$), *organizzazione* ($p<0.01$). La classe 2 ha invece subito uno stallo o una leggera flessione in tutte le categorie tranne la *flessibilità*, la cui progressione non è però significativa.
Il confronto tra l'evoluzione delle due classi mostra un vantaggio significativo della classe 1 nelle categorie seguenti: *iniziativa* ($p<0.05$), *attenzione* ($p<0.05$), *pianificazione* ($p<0.01$), *organizzazione* ($p<0.01$). Si incontra una tendenza significativa nelle categorie *controllo emotivo* ($p=0.05$) e *flessibilità* ($p=0.05$).

La classe 1 sottoposta al programma motorio specifico, ha migliorato la maggior parte delle funzioni esecutive valutate dagli insegnanti in modo significativo rispetto alla classe 2. Il risultato della categoria pianificazione conferma quello ottenuto dalla valutazione TOL (v. figura 3).
Questi risultati ci permettono di essere ottimisti sull'esistenza di un legame positivo tra le abilità motorie e le funzioni esecutive e sull'efficacia del programma proposto.

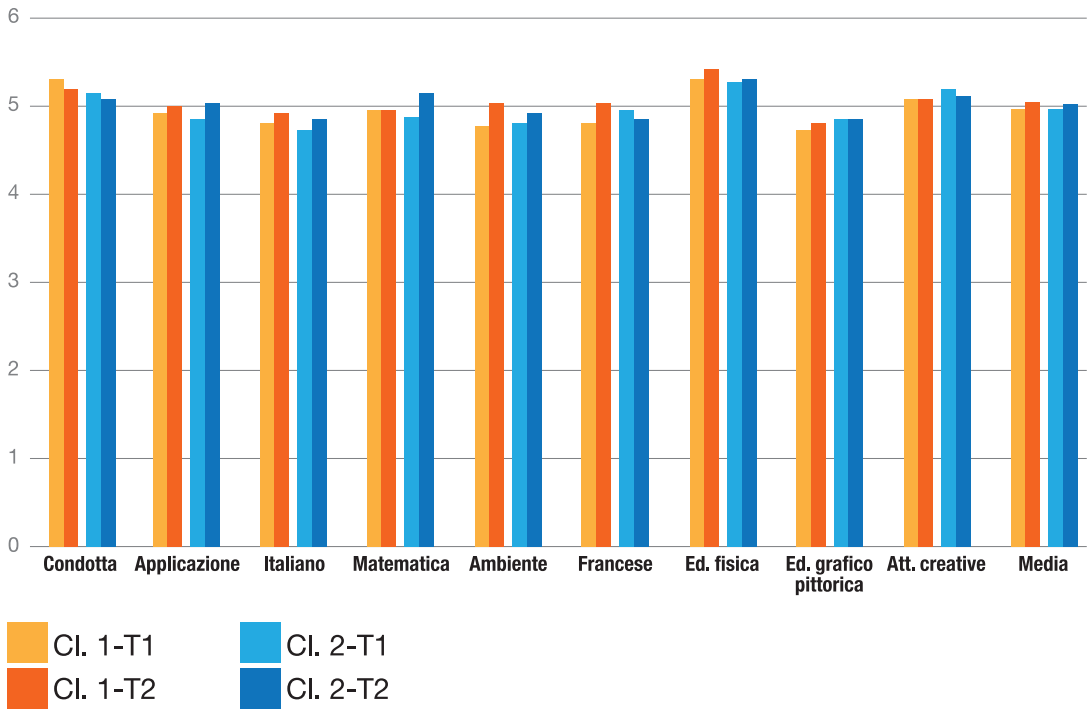
QUFE-Genitori



(Figura 5- Risultati Questionario Funzioni Esecutive- Genitori)

L'analisi del Questionario delle Funzioni Esecutive compilato dai genitori è da considerare con precauzione: innanzitutto un terzo dei questionari della classe controllo non sono stati resi, d'altra parte l'opinione dei genitori degli allievi delle due classi differisce in modo significativo al momento della valutazione iniziale (la classe 1 è valutata di livello inferiore).
L'osservazione dei dati permette però degli approfondimenti interessanti. Se all'interno di ogni classe c'è stata un'evoluzione, questa è stata migliore nella classe 1, in cui sono evoluti in modo significativo *controllo emotivo* ($p=0.01$), *attenzione* ($p<0.01$), *pianificazione* ($p<0.01$) e *monitoraggio* ($p<0.05$). Una tendenza significativa risulta nelle categorie *iniziativa* ($p=0.7$) e *organizzazione* ($p=0.6$). All'interno della classe 2 si trova un'evoluzione significativa soltanto nell' *iniziativa* ($p<0.01$), *attenzione* ($p<0.01$) e *pianificazione* ($p=0.01$).

Libretto scolastico



(Figura 6- Valutazione scolastica)

I risultati scolastici non sono stati valutati in termini statistici.
Dall'osservazione del grafico si può notare che alla valutazione iniziale la media dei risultati delle due classi è equivalente e alla valutazione finale la classe 1 è lievemente migliore rispetto alla classe 2.

Discussione dei risultati

I risultati sono interessanti sia dal punto di vista della motricità che delle funzioni esecutive. Dal punto di vista motorio, la classe stimolata ha migliorato in modo significativo i risultati nell'equilibrio e nella motricità fine, abilità che possono essere messe in relazione con l'incremento della rapidità di scrittura. Non esistendo però ancora una valutazione standardizzata per la scrittura in lingua italiana, la rapidità di scrittura è stata valutata tramite la semplice copia di un testo e la qualità della scrittura non è stata considerata. L'indicatore del numero di caratteri ci permette di constatare un recupero della classe stimolata rispetto all'altra classe, ma i dati andrebbero confermati tramite una valutazione più oggettiva.
Il risultato della valutazione delle funzioni esecutive mostra un progresso della classe stimolata nel test di pianificazione e risoluzione di problemi, che trova una conferma nel questionario delle funzioni esecutive sottoposto agli insegnanti. L'analisi del questionario delle funzioni esecutive dei genitori, seppur discutibile, sostiene il progresso all'interno della classe stimolata rispetto alla classe di controllo.
Infine, l'osservazione della valutazione annuale dei docenti mostra che il rendimento delle due classi è rimasto stabile tra un anno scolastico e l'altro, malgrado la classe stimolata abbia ricevuto 20 minuti al giorno in meno di insegnamento nelle materie principali.

Conclusioni e limiti

Al termine della prima esperienza con questo progetto pilota, si può affermare che il programma motorio ha contribuito a migliorare l'equilibrio, la motricità fine e le funzioni esecutive della classe che ha partecipato al progetto, rispetto alla classe di controllo. Tutto ciò senza causare una diminuzione del rendimento scolastico nonostante il tempo consacrato alle lezioni accademiche sia stato inferiore. I risultati, con i limiti riconosciuti, confermano quelli dell'evidenza scientifica recente.
Andrebbero ulteriormente approfonditi il comportamento in classe, la motivazione e l'attenzione degli allievi.
Si tratta però di uno studio esplorativo, condotto su una popolazione specifica e su un numero ridotto di bambini. Uno studio più esteso, se possibile su base probabilistica, sarebbe necessario per confermare e generalizzare i risultati.

Bibliografia

Barkley, R. (1996). Linkages between attention and executive functions. In: Lyon, G.R. & Krasnegor, N.A., (Ed), *Attention, memory, and executive function* (307-325). Baltimore: Brooks.

Bundy, A.C, Lane, S. & Murray E. (2002). *Sensory Integration, theory and practice* (2nd Ed.). Philadelphia: F.A. Davis Company.

Case-Smith, J. (2009). *Occupational therapy for children*. Philadelphia: Mosby Elsevier.

Cornoldi C. (1995). *Metacognizione e apprendimento*, Bologna : Il Mulino.

Daigneault, G. & Leblanc, J. (2003). Des idées plein la tête. Montréal: Chenelière/ Mc.Graw Hill.

Dexter, T. (1999). Relationships between sport knowledge, sport performance and academic ability: Empirical evidence from GCSE Physical Education. *Journal of Sports Sciences* ,*17(4),* 283-295.

Dollman, J., Boshoff, K. & Dodd, G. (2006). The relationship between curriculum time for physical education and literacy and numeracy standards in South Australian primary schools. *European Physical Education Review, 12(2),* 151-163.

Dwyer, T., Coonan, W.E., Worsley, L.A. & Leitch, D.R. (1979). An assessment of the effects of two physical activity programs on coronary heart disease risk factors in primary school children. *Community Health Study, 3,* 196-202.

Dwyer, T., Sallis, J.F., Blizzard, L., Lazarus, R. & Dean, K. (2001). Relation of academic performance to physical activity and fitness in children. *Pediatric Exercise Science, 13*, 225-237.

Gentile, M. (2005). *Functional visual behavior in children; an occupational therapy guide to evaluation and treatment options* (2nd Ed.). Montgomery Lane: AOTA Press.

Henderson, S.E. & Sugden, D.A. (1992). *Movement assessment battery for children.* London: The Psychological Corporation.

Hillman, C.H., Castelli, D.M. & Buck, S.M. (2005) Aerobic fitness and neuro- cognitive function in healthy preadolescent children. *Medicine & Science in Sports & Exercice, 37,* 1967–1974.

Hughes, C. (2002). Executive functions and development: emerging themes. *Infant and Child Development, 11*, 201–209.

Jensen, E. (1998). *Le cerveau et l'apprentissage*. Montréal: Chenelière/ Mc.Graw Hill.

Kaiser, M.L., Albaret, J.M. & Doudin, P. A. (2009), Relationship between visual-motor integration, eye-hand coordination, and quality of handwriting. *Journal of Occupational Therapy, Schools and Early Intervention, 2*, 87-95.

Keays, J.J. & Allison, K.R. (1995). The effects of regular moderate to vigorous physical activity on student outcomes: a review. *Revue canadienne de santé publique, 86*, 62-65.

Lareau, A. (2000). Social class and the daily lives of children: a study from the United States childhood. *A Global Journal of Child Research, 7(2)*, 155–171.

Lidner, K.J. (2002). The physical activity participation -academic performance revisited: Perceived and actual performance and the effect of banding (academic tracking). *Paediatric Exercise Science*, *14,* 155-169.

Marzocchi, G.M. *Questionario per le funzioni esecutive (QUFE).* In press.

Ministère de l'education de l'Ontario, (2005). *Activité physique quotidienne dans les écoles : Guide pédagogique pour les 4, 5 et 6ème années*. Toronto: Ministère de l'education de l'Ontario.

OMS-WHO. (2004). Global strategy on diet, physical activity and health. Geneva: World Health Organization.

Reilly, D.S., Van Donkelaar, P., Saavedra, S. & Woollacott, M.H. (2008). Interaction between the development of postural control and the executive function of attention. *Journal of Motor Behaviour, 40(2),* 90-102.

Sallis, J.F., McKenzie, T.L., Kolody, B., Lewis, M., Marshall, S., Rosengard, P. (1999). Effects of Health- Related Physical Education on Academic Achievement: Project Spark. *Research Quarterly for Exercise and Sport. 70(2),* 127-134.

Sallis, J. F., Prochaska, J.J. & Taylor, W.C. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 32(5),* 963-975.

Schilling, D.L., Washington, K., Billingsley, F.F. & Deitz, J. (2003). Classroom seating for children with ADHD: therapy balls versus chairs. *American Journal of Occupational Therapy, 57*, 534-541.

Shephard, R.J. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Pediatric Exercise Science, 9*, 113-125.

Sibley, B.A. & Etnier, J.L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science, 15,* 243–256.

Sigfusdottir, I.D., Kristjansson, A.L. & Allegrante, J.P. (2007). Health behavior and academic achievement in Icelandic school children. *Health Education Research,* 22, 70-80.

St Clair-Thompson, H.L., & Gathercole, S.E. (2006). Executive functions and achievements in school: shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59(4)*, 745–759.

Tomporowski, P.D., Davis, C.L., Miller, P.H. & Naglieri, J.A. (2008). Exercise and children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educational Psychological Revue, 20 (2),* 111-131.

Trudeau, F. & Shephard, R. (2008). Physical education, school physical activity school sport and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Phyisical Activity, 5,* 5-10.

Welsh, M.C., (2002). Developmental and clinical variations in executive functions. In D.L. Molfese &. V.J. Molfese (A cura di), *Developmental variations in learning: application to social, executive function, language and reading skills (*pp. 139-185). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Lietta Santinelli, Paola Andreazzi. Bellinzona, 3 dicembre 2011

Articolo per pubblicazione negli atti del congresso di Locarno.