

Matematica in movimento: didatticaMente possibile ed efficace

Manuela Valentini e Sara Farroni¹

Si propone un intervento sperimentale di educazione motoria sullo sviluppo dell'intelligenza logico-matematica nella Scuola Primaria. Tramite EBSCO si è realizzata una systematic review di protocolli a livello internazionale. Sono poi state individuate due classi quarte suddivise in gruppo di controllo e di lavoro; a quest'ultimo è stato proposto un progetto sperimentale di attività motoria e matematica. Prima e dopo l'intervento, ad entrambi i gruppi sono stati proposti due tipi di test, per valutare le abilità di calcolo e soluzione di problemi e le abilità grosso motorie.

The proposal is to conduct an experimental intervention of physical education on the development of logical-mathematical intelligence in Primary Schools. Using EBSCO, a systematic review of protocols, at an international level, was carried out. Subsequently, two fourth-year classes were chosen and subdivided into a control group and a work group; the latter doing the experimental project aimed at improving motor activity and mathematics. Before and after the experimentation, both groups were given two different tests with the aim of evaluating their ability to calculate and to solve problems in addition to their gross motor skills.

Parole chiave: attività motoria, matematica, ricerca educativa-sperimentale, Scuola Primaria, interdisciplinarietà

Key-words: physical education/ activity, mathematics, experimental educational research, Primary School, interdisciplinary approach

1. Introduzione

La matematica risulta essere una delle discipline nelle quali gli alunni incontrano maggiori difficoltà di apprendimento sin dalla Scuola Primaria. Tali problematiche non sempre sono ascrivibili ad uno specifico disturbo, ma piuttosto ad un approccio metodologico a volte poco significativo. Alla base di questo articolo vi è l'analisi delle possibili correlazioni tra attività motoria e matematica, all'interno di un

¹ Contributo equamente distribuito tra Manuela Valentini, coordinatore scientifico, e Sara Farroni per l'intervento educativo e sperimentale: Manuela Valentini è autrice dei paragrafi: 1. - 2. - 3. - 4.5. - 4.6. - 5. e Sara Farroni dei paragrafi: 4.1. - 4.2. - 4.3. - 4.4.

percorso interdisciplinare, al fine di ridurre la *fatica* nei confronti di questa disciplina. L'obiettivo è quello di dimostrare l'efficacia di un programma di studio ed apprendimento dell'area logico-matematica attraverso l'attività motoria e il movimento, fornendo un'analisi accurata dei dati raccolti e delle attività svolte durante la sperimentazione; la finalità è dunque quella di proporre delle nuove chiavi di lettura del *fare* matematica prevedendo un approccio interdisciplinare che coinvolga il corpo e il movimento.

2. *Il ruolo dell'attività motoria nella Scuola Primaria*

L'aspetto che in questo articolo ci interessa maggiormente approfondire è quello riguardante la scuola e l'importanza che in essa viene data all'educazione fisica, la quale risulta essere un momento fondamentale per i bambini in cui corpo e mente si incontrano, si attivano contemporaneamente e insieme crescono e si sviluppano. Purtroppo spesso accade che gli insegnanti, troppo concentrati nel portare a termine l'intero programma entro la fine dell'anno scolastico, scelgono di limitare il tempo passato in palestra perché ritenuto meno importante del tempo passato in classe a spiegare argomenti, a fare esercizi o a svolgere altre attività didattiche; addirittura a volte le poche ore di educazione motoria vengono utilizzate per continuare o concludere attività di altre discipline iniziate nelle ore precedenti, privando l'attività motoria del suo valore educativo e formativo.

“L'attività motorio-sportiva è prevista nei programmi ministeriali dal 1958, anche se il ruolo che essa riveste all'interno dell'offerta formativa della scuola italiana è ancora abbastanza dibattuto. L'insegnamento di educazione fisica, infatti, non è sempre previsto, nei fatti, dai piani di insegnamento delle scuole primarie, mentre nelle scuole secondarie di primo e secondo grado sono previste lezioni per un massimo di due ore settimanali. L'allarmismo per il basso numero di ore destinate a questa disciplina si abbina, inoltre, alla consapevolezza che le ore destinate all'educazione fisica non sono sempre condotte da professionisti del settore e, di conseguenza, sono spesso carenti di azioni formative adeguate allo sviluppo delle fondamenta motorie necessarie per la crescita di ogni essere umano”².

² F. Sgrò, Schembri R., Pignato S., Lipoma M., *Educazione Motoria, exergames e apprendimento vicariante*, in “Formazione & Insegnamento”, vol. 14, 3, 2016, pp. 63-74.

“Secondo le linee guida dell’OMS i bambini e gli adolescenti di età compresa tra i 5 ei 17 anni dovrebbero praticare almeno 60 minuti di attività fisica quotidiana di intensità moderata-vigorosa e esercizi di rafforzamento dell’apparato muscoloscheletrico almeno 3 volte a settimana. Quantità di attività fisica superiore a 60 minuti forniscono ulteriori benefici per la salute. ... In aggiunta all’educazione fisica inclusa nei programmi curricolari, l’attività motoria a scuola può essere promossa attraverso pause rivolte a favorire il movimento spontaneo o strutturato. Gli studi fisiologici sulla inattività fisica hanno infatti dimostrato le conseguenze avverse dello stare a lungo seduti nel corso della giornata, con effetti indipendenti dal raggiungimento o meno dei livelli di attività fisica giornaliera raccomandata”³.

L’attività e l’esercizio fisico sono di vitale importanza per l’uomo; per questo devono essere praticati durante tutto l’arco della vita, coinvolgendo bambini, adulti e anziani. In particolare, nelle scuole dovrebbe essere tutelato il valore formativo del movimento, partendo dagli schemi motori di base, per arrivare gradualmente, allo sviluppo delle capacità e abilità motorie, delle attività di gioco e di sport. Il movimento in forma ludica favorisce uno stato di benessere canalizzando situazioni di conflitto, di tensioni. “Il gioco, in tutte le sue sfaccettature, risponde pertanto alle esigenze più intime del piccolo perché attraverso esso si libera da esperienze penose ed inquietanti, disciplina le sue esuberanti energie, istituisce relazioni con le cose e con gli altri, sperimenta la gioia di superare gli ostacoli”⁴. Inoltre “... l’educazione fisica nella scuola primaria promuove l’acquisizione del repertorio individuale di abilità motorie che concorre allo sviluppo globale della persona ma deve considerarsi anche come snodo e raccordo tra i vari ambiti disciplinari. Infatti, l’esperienza compiuta attraverso il corpo e le attività motorie costituisce il punto di partenza (attività percettive) e la via di transito (funzioni esecutive e processi di coordinazione motoria) di ogni apprendimento”⁵.

³ Ministero della Salute, *Linee di indirizzo sull’attività fisica per le differenti fasce d’età e con riferimento a situazioni fisiologiche e fisiopatologiche e a sottogruppi specifici di popolazione*, in https://www.dors.it/documentazione/testo/201905/LINEE_INDIRIZZO_AF_2019.pdf, 29 maggio 2017, (consultato in data 13/07/2020).

⁴ M. Di Franco, *L’arte del gioco e il suo valore educativo*, in <https://site.unibo.it/griseldaonline/it/didattica/marcella-di-franco-arte-gioco-valore-educativo,alla> sezione “Didattica per la scuola”, 27 giugno 2018 (consultato in data 10/03/2020).

⁵ D. Colella, *Physical Literacy e Stili d’insegnamento. Ri-orientare l’educazione fisica a scuola*, in “Formazione & Insegnamento”, vol. 16, 1, 2018, pp. 33-40.

In *Promoting Active Lifestyles in Schools With Web Resource*, Harris e Cale affermano che nelle scuole dovrebbero essere aumentate le ore di attività fisica ed estese a tutte le aree del curriculum, non solo alle specifiche lezioni di attività motoria, al fine di mantenere i bambini attivi in qualsiasi momento e rendere l'apprendimento più coinvolgente ed interessante, aiutando, contemporaneamente, gli alunni a condurre uno stile di vita sano. Si sottolinea quanto sia “importante creare una rete di comunicazione con le famiglie su tale argomento, incoraggiando i genitori a promuovere, anche nell'ambiente extra scolastico, stili di vita attivi, per far sì che il lavoro che viene svolto a scuola venga proseguito anche a casa, grazie alla collaborazione di tutti coloro che si occupano dei bambini e della loro formazione”⁶.

Un curriculum organizzato in questo modo rende l'apprendimento non solo più accattivante, interessante e significativo, ma anche più inclusivo in quanto, attraverso il movimento e il gioco, si riesce a catturare l'attenzione di tutti, anche del bambino più timido, introverso, che pensa di non avere le capacità necessarie, di quello con deficit: di tutti e di ciascuno. Per raggiungere questi obiettivi, le attività devono essere pensate e strutturate partendo dalle specifiche caratteristiche e dai particolari bisogni di ogni alunno che compone la classe, in modo da poter essere accessibili a tutti ed eseguibili da ognuno; la finalità ultima dovrebbe essere quella di creare un ambiente sereno, non troppo competitivo, in cui le differenze e le diversità individuali vengano messe al servizio della comunità classe.

L'attività fisica è, dunque, fondamentale per una crescita sana e, se pienamente integrata nel curriculum scolastico, porta a dei vantaggi, oltre che a livello di salute, anche sul piano cognitivo, attentivo, emotivo, relazionale; per questi motivi negli ultimi anni sta crescendo la sensibilità verso l'importanza del corpo nella vita dei bambini e, in particolare, in ambito scolastico. Fortunatamente si sta radicando la *cultura del movimento*, in particolare all'estero, con progetti, ricerche sperimentali in età evolutiva a dimostrare la sua efficacia, importanza per i piccoli e non solo. Porsi come obiettivi l'educazione sensoriale, la percezione, conoscenza e coscienza del corpo, la lateralizzazione, un lavoro mirato su tutti gli schemi motori di base dal camminare all'arrampicare, sulle capacità coordinative generali e speciali, sulle condizionali adeguandole all'età, ai prerequisiti, con metodologie atti-

⁶ J. Harris, L. Cale, *Promoting Active Lifestyles in Schools*, Champaign, Human Kinetics, 2018, pp. 21-24.

ve che coinvolgano l'attività ludica, la drammatizzazione, il *role playing*, l'animazione, per andare incontro al loro sentire di piacere, motivazione al fare, al muoversi divertendosi. Portare nella Scuola dell'Infanzia e Primaria non solo l'idea ma la realtà di una maggiore e meritata considerazione del movimento come valore aggiunto per e nella didattica, con proposte interdisciplinari che coinvolgano più saperi per avvicinarsi a quel curriculum integrato di cui tanto si parla ma che ancora, sia per formazione dei docenti che per l'organizzazione nell'integrare le diverse discipline, trova non sempre strada semplice per affermarsi. Anche l'Italia sembra dimostrare un interesse crescente, a livello politico, per la tematica dell'educazione fisica e dell'attività motoria a scuola, fondamentale per la crescita completa dell'individuo, nella speranza però di una concretizzazione anche legislativa.

L'attività fisica e il movimento sono fondamentali in quanto rappresentano momenti di crescita per l'alunno, attraverso i quali diventa protagonista del processo di apprendimento, con attenzione alla salute e al benessere, a relazioni sane; giocando e divertendosi consolida, attraverso proposte interdisciplinari che fanno bene alla didattica, il proprio stile di vita.

Oggi la necessità di movimento per i bambini è molto forte: nel comunicato stampa del 4 maggio 2017, che riporta i risultati rilevati dal Sistema di Sorveglianza Okkio alla Salute, promosso dal Ministero della Salute/CCM, viene confermato che “l'indagine coordinata dall'ISS mostra che la percentuale di bambini obesi di età compresa tra i 6 e i 10 anni scende dal 12% del 2008/09 al 9,3% del 2016, e quella dei bambini in sovrappeso passa dal 23,2% del 2008/9 al 21,3% del 2016”⁷.

La scuola potrebbe dare un importante contributo per la prevenzione dell'obesità infantile e della sedentarietà, attraverso un'intensificazione delle ore di attività motoria e una rielaborazione del curriculum, integrando l'esercizio fisico all'italiano, alla matematica, alla storia e a tutte le materie presenti nel programma, “al fine di promuovere la cultura del movimento e dell'attività sportiva come elemento fondamentale per la prevenzione delle patologie derivanti dai fenomeni di obesità e sovrappeso”⁸.

⁷ Ministero della Salute, *Sovrappeso e obesità infantile, i dati del Sistema di Sorveglianza OKkio alla Salute*, in http://www.salute.gov.it/portale/news/p3_2_1_1_1.jsp?lingua=italiano&menu=notizie&p=dalministero&id=2929 alla sezione “Notizie dal Ministero”, 4 maggio 2017 (consultato in data 13/07/2020).

⁸ *Ibidem*, p. 64.

“Oggi nemmeno nella scuola dell’infanzia i bambini si muovono quanto dovrebbero e dalla scarsa attività motoria scolastica passano all’immobilità casalinga sul divano davanti ad un televisore, con il pollice sul telecomando: tutte queste ore passate nella completa inattività sono ore perse per l’apprendimento delle categorie primitive che reggono tutto il pensiero logico-matematico”⁹.

3. *Matematica in movimento*

“Nella nostra tradizione culturale recente c’è stata una disgiunzione radicale fra le attività del ragionamento da un lato e le attività della parte manifestamente fisica della nostra natura, qual è compendiata dal nostro corpo, dall’altro. Questo divorzio fra il ‘mentale’ e il ‘fisico’ si è associato non di rado alla nozione che ciò che facciamo col nostro corpo sia un po’ meno privilegiato ... della routine di soluzione di problemi che eseguiamo principalmente attraverso l’uso ... di qualche altro sistema simbolico relativamente astratto”¹⁰.

La separazione tra attività del corpo e attività della mente descritta da Gardner è tipica della nostra cultura occidentale, in quanto in molte altre culture non esiste, perciò occorre riflettere sulla validità di tale credenza, considerando che negli ultimi anni sono stati dimostrati, attraverso molti studi, i rapporti e le strette connessioni che vi sono tra lo sviluppo cognitivo e l’attività motoria. In particolare, in questa sezione si vogliono analizzare i possibili nessi tra attività corporea e apprendimento della matematica.

L’aritmetica, ossia la parte della matematica che riguarda lo studio dei numeri, risulta essere in genere la materia più ostica per i bambini. Si può però apprendere questa disciplina più facilmente, giocando con i suoi oggetti e le sue nozioni, manipolandoli e trasformandoli¹¹. Il bambino impara facendo, quindi il corpo, in tutte le sue espressioni, diventa uno strumento utile per l’apprendimento. Come sostengono Nicolosi, Sgrò e Lipoma, “il dibattito scientifico sulle ragioni dell’importanza dell’educazione del movimento e della corporeità rimane an-

⁹ M. Bonali, L. Stefanini, A. Antonietti (a cura di), *La bussola della mente funzionale. Dal corpo intelligente al sé operativo*, Milano, Edizioni Universitarie di Lettere Economia Diritto, 2015, p. 112.

¹⁰ H. Gardner, *Formae mentis. Saggio sulla pluralità dell’intelligenza*, tr. it., Milano, Feltrinelli, 2006, p. 228.

¹¹ M. Mondoni, *La nuova didattica del movimento: laboratori di gioco sport e giochi inclusivi*, Milano, Mondadori Università, 2016, p. 47.

cora aperto. Così come nelle comunità di studiosi e docenti è vivace la discussione su come i significati educativi connessi alle attività motorie e sportive si possano tradurre efficacemente in pratiche quotidiane di insegnamento. L'educazione fisica e lo sport influiscono sul benessere individuale, sulla consapevolezza delle proprie potenzialità e dei propri limiti fisici e psicologici, sulla cura della persona e sull'interrelazione con gli altri"¹².

Ogni operazione implica un movimento, perciò è grazie all'attività e all'esperienza motoria che il bambino può apprendere quelle conoscenze di base che gli permetteranno poi di conquistare i concetti di numero e di quantità e di farli propri. Proponendo attività di manipolazione del numero abbinate ad esercizi di attività motoria, si fanno vivere al bambino esperienze intense e significative, che lo coinvolgono attivamente nella costruzione del suo apprendimento, con impegno e divertimento.

“... Nel corso del suo sviluppo, il cervello ha bisogno di fare esperienze tattili e motorie affinché possano maturare le aree necessarie allo sviluppo di processi cognitivi di ordine superiore, come il linguaggio e il pensiero complesso”¹³. Anche Piaget riconosce l'importante ruolo svolto dall'azione nel processo di apprendimento e di sviluppo; precisamente “poiché il bambino giunga a combinare delle operazioni, si tratti di operazioni numeriche o di operazioni spaziali, è necessario che abbia manipolato, è necessario che abbia agito, sperimentato non solo su disegni ma su materiale reale, su oggetti fisici”¹⁴. Occorre quindi dare agli alunni la possibilità di vivere esperienze concrete con il corpo che si muove nello spazio, in un tempo, che sperimenta, che interagisce con gli altri, legate all'utilizzo di concetti matematici, al fine di favorirne l'acquisizione, rendendola più naturale e meno difficoltosa. Le connessioni tra matematica e attività motoria sono numerose e, sfruttandole, si possono creare ambienti di lavoro nei quali si impara attraverso i sensi, le esperienze ludiche, la verbalizzazione, il movimento e la rappresentazione grafica. “Le lezioni di educazione fisica a scuola forniscono i mezzi attraverso i quali gli alunni imparano

¹² S. Nicolosi, F. Sgrò, M. Lipoma, *La didattica interdisciplinare in educazione fisica: una rassegna della letteratura*, in “Formazione & Insegnamento”, vol. 14, 1, p. 36.

¹³ A. Bussoli, E. Zappaterra, *Dall'esperienza alla regola. Un intervento per promuovere il problem solving nella scuola primaria*, in “Difficoltà in Matematica”, vol. 14, 2, 2018, p. 236.

¹⁴ J. Piaget, *Avviamento al calcolo*, Firenze, La Nuova Italia, 1956, p. 31.

a diventare fisicamente competenti in una vasta gamma di attività fisiche e a sviluppare preziose capacità trasferibili come la cooperazione, la collaborazione, il lavoro di squadra, la perseveranza e la resilienza”¹⁵.

Recentemente sono stati condotti vari studi che dimostrano l’efficacia di un curriculum che prevede l’integrazione dell’attività motoria nell’insegnamento della matematica. Gli autori Usnick, Johnson e White, attraverso una ricerca, hanno trovato numerose connessioni tra matematica e educazione fisica, proponendo lezioni con contenuti comuni alle due discipline, mediante le quali i bambini acquisiscono la consapevolezza spaziale, le principali abilità motorie e i concetti matematici proposti. Hanno dimostrato l’efficacia delle attività che prevedono l’integrazione di matematica e attività motoria, in quanto aiutano gli alunni a percepire le due discipline non come separate tra loro ma come saperi che collaborano e si arricchiscono l’un l’altro, rendendosi conto che molti concetti coesistono e fanno parte di entrambi i settori; inoltre, sostengono che mettere in gioco la componente fisica ha permesso a molti studenti di spiccare e avere delle performance brillanti in matematica. Oltre ai risultati scientifici, gli autori hanno osservato e dichiarato l’entusiasmo degli alunni nello svolgere delle attività diverse dalla normale *routine* scolastica; associare la matematica all’esercizio fisico ha permesso di apprezzare maggiormente la matematica stessa, riuscendo a comprenderne e ad interiorizzarne meglio i contenuti. Affermano che attraverso un’adeguata pianificazione, la matematica può essere efficacemente integrata all’attività fisica, a beneficio delle conoscenze matematiche¹⁶. Attraverso uno studio più recente è stato dimostrato che l’apprendimento dell’abilità di calcolo delle tabelline risulta più efficace se l’alunno è contemporaneamente impegnato in un’attività aerobica. In particolare, gli autori hanno proposto a due gruppi di alunni, di età compresa tra i nove e i dieci anni, due metodi differenti per imparare le tabelline: al primo gruppo si chiedeva di ripetere e imparare le tabelline svolgendo contemporaneamente un’attività aerobica di venti minuti, tre volte a settimana per sei settimane, mentre ai bambini del secondo gruppo si chiedeva di apprendere le tabelline stando seduti. I risultati di tale studio hanno dimostrato che entrambi i gruppi hanno migliorato

¹⁵ J. Harris, L. Cale, *Promoting Active Lifestyles in Schools*, cit., p. 24.

¹⁶ V. Usnick, R. L. Johnson, N. White, *Connecting physical education and math*, in “Teaching Elementary Physical Education”, vol. 14, 4, 2003, pp. 20-23.

l'apprendimento delle tabelline rispetto alla situazione iniziale, anche se il progresso è stato più significativo nel gruppo che ha imparato le tabelline facendo attività fisica, avvalorando la tesi che l'apprendimento della matematica e, in questo caso particolare delle tabelline, combinato con il movimento, è molto più efficace dell'apprendimento sedentario¹⁷.

Un'ulteriore ricerca ha determinato gli effetti di un intervento che prevedeva delle pause di venti minuti al giorno durante le quali venivano proposti ai bambini, attraverso l'attività motoria, i concetti di matematica o i contenuti delle lezioni che erano state precedentemente svolte in classe. Nello specifico, ventinove alunni di una scuola primaria di età compresa tra gli otto e i nove anni, appartenenti a due classi differenti, sono stati suddivisi in due gruppi: un gruppo sperimentale, al quale sono state proposte le interruzioni giornaliere di attività fisica sopra descritte e un gruppo di controllo, all'interno del quale i contenuti sono stati proposti agli alunni esclusivamente attraverso il metodo tradizionale in classe. Esaminando gli effetti della sperimentazione, si sono ottenuti risultati positivi: gli studenti appartenenti al gruppo sperimentale hanno mostrato livelli di fluidità nella lettura e punteggi matematici significativamente più alti dopo l'intervento, dimostrando che brevi pause di attività motoria sono importanti per i bambini e migliorano i livelli di apprendimento¹⁸.

In un altro studio, che aveva come partecipanti duecentoquaranta alunni di età compresa tra i dieci e i dodici anni, appartenenti a dieci classi di otto scuole pubbliche australiane, è stato valutato l'impatto di un programma di integrazione dell'attività fisica nell'insegnamento della matematica. I risultati ottenuti hanno evidenziato che l'integrazione dell'attività motoria con l'area disciplinare della matematica risulta essere un valido metodo innovativo al fine di combattere la sedentarietà dei bambini, migliorandone allo stesso tempo le abilità matematiche¹⁹. Una *systematic review*, condotta da quattro autori austra-

¹⁷ M. Vetter, H. O'Connor, N. O'Dwyer, R. Orr, *Learning "Math on the Move": Effectiveness of a Combined Numeracy and Physical Activity Program for Primary School Children*, in "Journal of Physical Activity and Health", vol. 15, 7, 2018, pp. 492-498.

¹⁸ H. Erwin, A. Fedewa, S. Ahn, *Student Academic Performance Outcomes of a Classroom Physical Activity Intervention: A Pilot Study*, in "International Electronic Journal of Elementary Education", vol. 4, 3, 2012, pp. 473-487.

¹⁹ N. Riley, D. R. Lubans, K. Holmes, P. J. Morgan, *Findings From the EASY Minds Cluster Randomized Controlled Trial: Evaluation of a Physical Activity Inte-*

liani, ha valutato cinquantacinque articoli, dai quali sono stati estratti i dati e i principi chiave. I risultati di tale ricerca supportano le associazioni positive tra le componenti della competenza motoria e del rendimento scolastico in matematica e nella lettura. In particolare, sono stati analizzati articoli i quali mostravano correlazioni positive tra apprendimento scolastico e capacità motoria fine e grosso motoria e coordinazione, verificando un miglioramento in entrambe le aree disciplinari²⁰. Tutti gli studi che sono stati presi in esame ed analizzati hanno dimostrato che incentivare l'attività motoria nella Scuola Primaria può avere un impatto positivo sulle prestazioni scolastiche, in particolare in matematica. “Gli insegnanti di educazione fisica possono facilmente incorporare concetti di matematica e alfabetizzazione nel loro curriculum per migliorare l'apprendimento degli studenti in tutte le discipline”²¹. Tuttavia, a causa di ostacoli quali la mancanza di tempo, organizzazione e risorse e l'eccessiva preoccupazione di terminare i vari programmi nei tempi prestabiliti, gli insegnanti non propongono l'attività motoria agli alunni come e quanto dovrebbero, utilizzando spesso le poche ore destinate all'attività fisica (normalmente due ore a settimana) per portare a termine o svolgere compiti di altre discipline. “L'attività motoria non solo stimola il soggetto a esprimere emozioni e sentimenti, a comunicare e relazionarsi con gli altri, a orientarsi nello spazio e nel tempo, ma favorisce ... anche l'articolazione di competenze linguistiche ..., logico-matematiche ... artistico-espressive all'interno di un connubio felice tra movimento e intelligenza”²²; perciò è importante far sì che anche nella scuola venga rivalutato il ruolo dell'attività motoria per uno sviluppo sano del bambino ed un miglioramento nell'apprendimento e nel rendimento scolastico. In una recente ricerca²³, gli autori riportano degli studi i quali dimo-

gration Program for Mathematics in Primary Schools, in “Journal of Physical Activity and Health”, vol. 13, 2, 2016, pp. 198-206.

²⁰ K. Macdonald, N. Milne, R. Orr, R. Pope, *Relationships between Motor Proficiency and Academic Performance in Mathematics and Reading in School-Aged Children and Adolescents: A Systematic Review*, in “International Journal of Environmental Research and Public Health”, vol. 15, 8, 2018, pp. 1-28.

²¹ S. Lynch, *A Practitioner's Guide for Outstanding Cross-curricular Physical Education*, in “Strategies”, vol. 29, 3, 2016, pp. 48-50.

²² M. Mondoni, *La nuova didattica del movimento: laboratori di gioco e giochi inclusivi*, cit., p. 47.

²³ L. Mandolesi, A. Polverino, S. Montuori, F. Foti, G. Ferraioli, P. Sorrentino, G. Sorrentino, *Effects of Physical Exercise on Cognitive Functioning and Wellbeing*:

strano gli effetti positivi dell'attività fisica pianificata e strutturata sulle funzioni del cervello, in particolare sulla memoria, sull'attenzione, sulla flessibilità cognitiva e sul controllo esecutivo, con conseguenti performance scolastiche migliori rispetto a quelle di alunni sedentari della stessa età.

4. *Progetto sperimentale a scuola*

4.1. *Premessa*

La ricerca in questione nasce dall'esigenza di sperimentare una nuova didattica della matematica, che coinvolga il bambino in prima persona, con la mente e con il corpo, diventando protagonista attivo del processo di apprendimento. In particolare, l'ipotesi dalla quale ha preso avvio la sperimentazione è stata quella di proporre agli alunni, accanto alla tradizionale didattica frontale e laboratoriale fatta in classe, un approccio innovativo all'apprendimento della matematica attraverso il corpo, che potesse migliorare le loro prestazioni sia in matematica che nell'attività motoria e aiutarli ad avere un rapporto positivo con questa ostica disciplina. A tale scopo, sono state proposte, al solo gruppo sperimentale, delle attività ludiche in palestra che coinvolgesero la matematica, andando con esse a verificare se l'attività motoria, associata all'insegnamento e apprendimento della matematica, porta a dei risultati positivi.

4.2. *Soggetti e disegno sperimentale*

La ricerca è stata condotta in due classi quarte dell'Istituto Comprensivo Statale "Giò Pomodoro" di Terre Roveresche (PU), appartenenti a due plessi differenti; la classe scelta come gruppo sperimentale era composta da 14 alunni, di cui 9 maschi e 5 femmine, mentre il gruppo di controllo era composto da 11 alunni, di cui 5 maschi e 6 femmine. I bambini avevano un'età compresa tra i 9 e i 10 anni, vivevano nello stesso territorio ma provenivano da realtà socioculturali diverse. La ricerca ha interessato 25 bambini in un periodo di otto mesi (da ottobre 2017 a giugno 2018) per un totale di 55 ore. Entrambi i gruppi rientravano in un livello disciplinare medio-alto, anche se il

gruppo di controllo si è dimostrato più attivo, interessato e meno bisognoso di sollecitazioni esterne rispetto al gruppo sperimentale nell'esecuzione del lavoro assegnato dall'insegnante. Tra i due è stato scelto come gruppo sperimentale quello che, da una prima analisi, si è mostrato come il gruppo meno omogeneo e poco collaborativo, piuttosto che quello che in partenza si è dimostrato più attivo e intraprendente.

Le due classi sono state scelte durante un incontro con i docenti dell'Istituto organizzato dal dirigente scolastico, tenutosi il giorno 7 settembre 2017; in tale sede si è presentato il progetto di ricerca e due insegnanti di matematica e attività motoria dei due plessi si sono rese disponibili come classi campione per la sperimentazione, incitate anche dal dirigente scolastico. La scelta è ricaduta proprio su queste due classi per il numero molto simile di alunni per classe e per la situazione di partenza comparabile. Pur essendo le due classi gestite da insegnanti diverse, i contenuti e la programmazione delle ore dedicate alla matematica e all'attività motoria erano corrispondenti, con la differenza che il gruppo sperimentale, durante l'anno scolastico 2017/2018 ha dedicato parte delle ore di lezione all'intervento sperimentale.

4.3. *Somministrazione dei test*

Durante l'anno scolastico sono stati effettuati due cicli di test, all'inizio e alla fine dell'anno (ad ottobre e a maggio), utilizzando la batteria AC-MT 6-11-Test di valutazione delle abilità di calcolo e soluzione di problemi²⁴, per la misurazione delle abilità matematiche, e la batteria TGM-Test di valutazione delle abilità grosso-motorie per il rilevamento delle abilità motorie²⁵; le prove di verifica sono state somministrate ad entrambi i gruppi con le stesse modalità. La batteria riguardante le abilità matematiche è stata proposta ai bambini in classe e consisteva in prove comuni e prove individuali. In particolare, il test è composto da tre diverse parti: parte carta e matita, parte individuale e problemi aritmetici.

La parte carta e matita prevede cinque prove che sono state somministrate agli alunni di entrambi i gruppi il giorno 4 ottobre 2017 in orari diversi, disposti con i banchi separati. L'esaminatore, dopo essersi

²⁴ C. Cornoldi, D. Lucangeli, M. Bellina, *Test AC-MT 6-11. Test di valutazione delle abilità di calcolo e soluzione di problemi*, Trento, Erickson, 2012.

²⁵ D. A. Ulrich, *TGM - Test di valutazione delle abilità grosso-motorie*, Trento, Erickson, 2016.

presentato, ha mostrato ai bambini la prova, descrivendola nel dettaglio in maniera semplice e comprensibile, specificando loro che non era prevista una valutazione mediante un voto ma che dovevano comunque svolgere i vari esercizi con impegno e serietà. Consegnata la prova l'esaminatore, prima di dare la possibilità ai bambini di girare pagina, ha precisato che non avrebbe potuto aiutarli in nessun modo nello svolgimento del test e che la prova, non essendo a tempo, sarebbe stata considerata terminata nel momento in cui tutti gli alunni l'avessero consegnata.

La parte individuale è stata invece somministrata ad ogni bambino singolarmente, in un ambiente tranquillo della scuola, fuori dalla propria classe; bambino e ricercatore erano seduti l'uno di fronte all'altro, separati da un banco sul quale l'alunno ha svolto la prova. Il test è stato proposto il giorno 5 ottobre 2017 al gruppo sperimentale e il giorno 9 ottobre 2017 al gruppo di controllo. Questa prova prevede degli *items* dei quali viene valutata, oltre che la correttezza delle risposte date, anche il tempo impiegato per svolgerli. La somministrazione di questa parte richiede circa 10 minuti per bambino, tempo che varia a seconda delle capacità e della rapidità di esecuzione di ognuno.

L'ultima parte del test prevede cinque problemi aritmetici che i bambini devono svolgere seguendo il metodo da loro conosciuto ed utilizzato in classe. La prova è stata fatta in aula in maniera collettiva, con i banchi separati; ad entrambi i gruppi la prova è stata somministrata il giorno 10 ottobre 2017. Ai bambini, dopo aver illustrato e spiegato la prova, è stato consegnato sia il foglio dei problemi che un foglio per lo svolgimento dei calcoli necessari alla risoluzione dei quesiti.

Diversamente, la batteria TGM è stata somministrata esclusivamente in palestra, per permettere agli alunni di muoversi liberamente e svolgere gli esercizi motori in uno spazio adeguato; il gruppo sperimentale ha svolto la prova il giorno 9 ottobre 2017, mentre il gruppo di controllo l'ha svolta il 18 ottobre 2017. La prova misura dodici abilità grosso-motorie raggruppate in due subtest riguardanti rispettivamente la locomozione e il controllo di oggetti. La locomozione è la parte che misura sette abilità: corsa, galoppo, saltelli in alto sullo stesso piede, salto in avanti, salto in lungo da fermo, saltelli in avanti, saltelli (o scivolamenti) laterali. Il controllo di oggetti, invece, valuta le restanti cinque abilità: colpire la palla con una racchetta da tennis, far rimbalzare una palla da fermo, prendere con le mani la palla lanciata, calciare la palla correndo e lanciare la palla con una mano. Il test mo-

torio era a somministrazione individuale ma, per questione di tempo, i bambini sono stati chiamati in palestra a gruppi di due o tre e poi valutati individualmente.

La somministrazione delle due differenti prove è avvenuta nello stesso modo in entrambi i gruppi, sia come pre-test che come post-test, al fine di individuare differenze tra il gruppo nel quale è stato introdotto il trattamento da parte dello sperimentatore e quello in cui non è stato introdotto. I pre-test sono stati proposti ai due gruppi in un periodo di due settimane, dal 4 al 18 ottobre 2017 per un totale di 10 ore; i post-test sono stati somministrati alla fine del secondo quadrimestre, dal 15 maggio 2018 al 1 giugno 2018, per un totale di 10 ore.

4.4. *Intervento didattico-educativo*

Il trattamento sperimentale è stato rivolto esclusivamente al gruppo sperimentale, in un periodo di sette mesi, dal 16 ottobre al 14 maggio, un'ora a settimana, escluse le ultime cinque settimane nelle quali l'incontro è stato di due ore settimanali, per un totale di 31 ore. Il progetto è stato suddiviso in cinque unità di apprendimento, ognuna composta da dei giochi svolti in palestra con protagonisti i principali contenuti ed argomenti matematici affrontati in classe quarta. Le prime tre unità di apprendimento erano composte da sei incontri, mentre le ultime due da quattro incontri, per un totale di ventisei incontri. Ad ogni incontro era presente la docente curricolare di matematica e di educazione motoria. Nel progetto motorio, suddiviso nelle cinque unità di apprendimento, sono stati proposti giochi motori inerenti alla specifica tematica. Si riportano di seguito, alcuni esempi di attività proposte.

Addizioni e sottrazioni in moto!

Centinaia, decine e unità: i bambini vengono divisi in due squadre e il gioco consiste nel formare fisicamente i numeri pronunciati dall'insegnante, raggruppandosi in tre cerchi che, distinti per colore, indicano unità, decine e centinaia. Questo gioco è stato proposto anche in una versione più complessa: non viene più pronunciato il numero da comporre ma un'operazione e i bambini devono rappresentare il risultato di tale operazione entrando nei cerchi giusti.

Io batto, tu risolvi!: si chiede ai bambini di camminare, correre e saltare liberamente nella palestra e, quando l'insegnante batte le mani, i bambini devono fermarsi e a qualcuno viene chiesto di risolvere

un'operazione di addizione o sottrazione a mente; una volta data la risposta giusta, i bambini ricominciano a muoversi liberamente e il gioco continua.

Fazzoletto matematico: è una versione rivisitata del classico gioco del fazzoletto (chiamato anche rubabandiera), in quanto agli alunni, divisi in due squadre, vengono assegnati dei numeri: però non vengono chiamati i numeri, bensì delle operazioni di addizione e sottrazione che i bambini devono risolvere per risalire al numero chiamato.

Percorso motorio: divisi in due squadre devono attraversare un percorso motorio, precedentemente preparato dallo sperimentatore; terminato il percorso, i vari gruppi si riuniscono e svolgono delle operazioni proposte dal ricercatore, nel minor tempo possibile. Vince la squadra che per prima completa correttamente l'attività. In alternativa possono essere messi dei foglietti in fondo al percorso che i bambini prenderanno uno alla volta dopo aver svolto il percorso e che dovranno comporre per creare un'operazione, la quale deve avere come risultato il numero pronunciato dall'insegnante

Palla prigioniera: vengono divisi in due squadre e si dispongono nelle due parti del campo da gioco, diviso a metà da una linea. Il gioco consiste nel colpire gli avversari con la palla, che non verranno eliminati ma "andranno in prigione". Rispetto al classico gioco, però, chi è in prigione per liberarsi deve rispondere correttamente a un'operazione che la squadra avversaria propone. Vince la squadra che per prima elimina tutti i componenti di quella avversaria.

Vai e rispondi: i bambini sono divisi in due squadre. Viene letta loro un'operazione di addizione e sottrazione da risolvere. Per rispondere, un componente di ogni squadra deve correre, saltare, saltellare in vari modi (suggeriti dall'insegnante) fino al muro, tornare dalla propria squadra e rispondere. Acquista di volta in volta un punto la squadra più veloce e che risponde correttamente.

Palleggi: i bambini, divisi in squadre, sono disposti su due righe, una di fronte all'altra. Si sceglie un'operazione (ad esempio $+2$). Il primo bambino di una squadra compie un certo numero di palleggi (ad esempio 4) e il primo bambino della squadra avversaria dovrà compiere, in questo caso particolare, 6 palleggi (ossia 4 palleggi fatti dall'avversario più i 2 che è il numero scelto prima di iniziare il gioco). Il numero base può essere aggiunto o tolto e può cambiare durante il gioco, per renderlo anche più complesso.

La schiena che legge: i bambini sono disposti in due file, divisi in squadre. Davanti ad ogni fila c'è un cerchio. L'insegnante annuncia

un'operazione di addizione o sottrazione da risolvere e, al suo via, partono di corsa i primi due di ogni fila e corrono verso il cerchio dove si posiziona il primo bambino, mentre il secondo gli disegna sulla schiena i numeri che devono essere addizionati o sottratti. L'alunno nel cerchio deve dare la risposta esatta, che vale un punto. Il bambino che ha scritto i numeri rimane nel cerchio e, dopo il via, segue la nuova operazione e il capofila di ogni squadra parte di corsa e ricomincia il gioco.

Giochiamo con la moltiplicazione!

Centinaia, decine e unità: è lo stesso gioco presentato ai bambini nella prima UDA; la differenza sta nelle operazioni annunciate dall'insegnante, che saranno esclusivamente moltiplicazioni.

Percorso motorio: il gioco consiste in un percorso motorio a squadre, che i bambini devono svolgere; dopo che tutti hanno terminato il percorso verrà consegnato alle due squadre un foglio con delle moltiplicazioni da risolvere nel minor tempo possibile.

Fazzoletto matematico: è lo stesso gioco presentato ai bambini nella prima UDA; la differenza sta nelle operazioni annunciate dall'insegnante, che saranno esclusivamente moltiplicazioni.

Tavola pitagorica: i bambini, divisi in squadre, devono completare la tavola pitagorica cartacea in cui mancano delle parti, nel minor tempo possibile.

Palla prigioniera: è lo stesso gioco proposto nell'UDA precedente; unica variante sono le operazioni che vengono chieste ai bambini per liberarsi, che devono esclusivamente essere moltiplicazioni.

Tabelline con gli insiemi: viene disposto a terra un cerchio, all'interno del quale vengono posti dei foglietti contenenti i numeri di due tabelline diverse. Lontano da questo cerchio ne vengono posti altri due, di colori diversi, che si intersecano tra loro, i quali rappresentano una tabellina e l'altro l'altra tabellina. I bambini sono divisi in squadre. Al via i primi due di ogni squadra partono e raggiungono il cerchio contenente i foglietti piegati. Ne prendono uno a testa, lo aprono e, correndo, devono raggiungere i due cerchi intersecati e posizionare il foglietto nella tabellina appropriata. I numeri presenti in entrambe le tabelline devono essere posizionati nello spazio di intersezione. Acquista di volta in volta un punto la squadra che per prima posiziona correttamente il foglietto.

La schiena che legge: è la stessa attività che è stata proposta nell'UDA precedente. L'unica variante riguarda le operazioni che devono essere risolte, le quali sono solo moltiplicazioni.

Palleggi: il gioco è lo stesso della prima UDA ma cambiano le operazioni, che sono esclusivamente moltiplicazioni.

Recita le tabelline e passa: i bambini sono disposti su una riga suddivisi in due squadre. I due bambini centrali, appartenenti a squadre diverse, sono i numeri uno, mentre gli altri rappresentano ognuno un numero e si affiancano agli altri con ordine crescente. A tre o quattro metri dalla riga dietro la quale si trovano gli alunni, viene segnalata una seconda riga. Ad altri cinque o sei metri l'insegnante posiziona un cerchio a terra con due palloni all'interno, in modo che il cerchio stesso si trovi perpendicolare ai due numeri 1. A questo punto comincia il gioco: l'insegnante chiama un numero e i due bambini corrispondenti escono di corsa dalla riga e vanno a raccogliere un pallone ciascuno tornando di corsa sino alla riga limite e, il più rapidamente possibile, cominciano a lanciare la palla agli altri componenti della loro squadra partendo dal numero più basso al più alto, chiamando il numero di volta in volta. Il compagno nel restituire il passaggio si comporta così: ad esempio, se il numero chiamato è il 7, il bambino con questo numero, passando la palla al numero 1, dice "uno" e il numero 1 restituendola dice "sette", pronuncerà "due" passandola al secondo della propria squadra e questi risponderà 14 restituendola. Non si può procedere se qualcuno sbaglia, ma occorre ripetere il passaggio. Quando tutti i giocatori hanno ricevuto e restituito il pallone il numero al centro va a riportare nel cerchio la palla. Guadagna un punto per la propria squadra chi appoggia il pallone per primo.

Vai e rispondi: il gioco è uguale a quello proposto nell'UDA precedente; la differenza sta nelle operazioni da risolvere che sono esclusivamente moltiplicazioni.

Divertiamoci dividendo!

Percorso motorio: il gioco consiste in un percorso motorio a squadre, che i bambini devono svolgere; dopo che tutti hanno terminato il percorso verrà consegnato alle due squadre un foglio con delle divisioni da risolvere nel minor tempo possibile.

Centinaia, decine e unità: è lo stesso gioco presentato ai bambini nelle precedenti UDA; la differenza sta nelle operazioni annunciate dall'insegnante, che saranno esclusivamente divisioni.

Fazzoletto matematico: è lo stesso gioco presentato ai bambini nella prima UDA; la differenza sta nelle operazioni annunciate dall'insegnante, che saranno esclusivamente divisioni.

Quanti battiti?: al via i bambini cominciano a correre liberamente per la palestra. Quando l'insegnante batte le mani i bambini si fermano e, a seconda di quanti battiti di mano ha fatto, dovranno formare dei gruppi: ad esempio se l'insegnante fa cinque battiti, i bambini dovranno formare gruppi da cinque. Durante il raggruppamento può succedere che i bambini siano in numero dispari o in numero non divisibile per il numero dato; in questo caso si chiede quanti compagni si dovrebbero aggiungere a quelli rimasti per completare il gruppo. Con questo procedimento si potranno analizzare tutti i possibili raggruppamenti in base al numero totale dei bambini.

Palla prigioniera: è lo stesso gioco proposto nelle UDA precedenti; l'unica variante è nelle operazioni che vengono chieste ai bambini per liberarsi, che devono esclusivamente essere divisioni.

Inseguimento a coppie: due bambini si danno la mano e dovranno inseguire gli altri rimanendo legati. Quando riescono a toccare un compagno in fuga, questo forma con loro una catena a tre ed insieme continuano a correre cercando di toccare un quarto compagno. Quando ci riescono i quattro inseguitori si separano in due coppie. Si continua con lo stesso sistema finché tutti sono stati presi.

La schiena che legge: è la stessa attività che è stata proposta nelle UDA precedenti. L'unica variante riguarda le operazioni che devono essere risolte, le quali sono solo divisioni.

Palleggi: il gioco è lo stesso delle altre UDA ma cambiano le operazioni, che sono esclusivamente divisioni.

Vai e rispondi: il gioco è uguale a quello proposto nell'UDA precedente; la differenza sta nelle operazioni da risolvere che sono esclusivamente divisioni.

LogicaMente!

Memory con le operazioni: vengono disposte sul pavimento della palestra delle carte rovesciate. Come nel gioco del *memory* vanno abbinare le carte uguali; in questo caso ad ogni carta "operazione" va abbinata la propria carta "risultato". I bambini giocano a squadre e vince la squadra che, alla fine del gioco, ha raccolto il maggior numero di coppie.

Percorso motorio: il gioco consiste in un percorso motorio a squadre, che i bambini devono svolgere; dopo che tutti hanno terminato il percorso, verrà consegnato alle due squadre un foglio con dei giochi matematici da risolvere nel minor tempo possibile.

Crucimate: i bambini vengono divisi in due squadre. Ad ogni squadra viene dato un foglio con un cruciverba vuoto e un altro con i vari quesiti a cui i bambini devono rispondere per completare il cruciverba. Vince la squadra che per prima completa il cruciverba.

Domino matematico: le regole sono le stesse del classico gioco del domino. Unica variabile sono i numeri scritti nelle caselle, in quanto possono esserci scritti sia numeri che operazioni: nel caso in cui ci siano scritti dei numeri, questi possono essere abbinati o allo stesso numero o all'operazione che ha come risultato quel numero, mentre nel caso in cui nella casella ci sono scritte delle operazioni, queste possono esclusivamente essere abbinata al loro risultato. Vince la squadra che termina per prima le proprie tessere.

Gioco dei dadi: i dadi vengono preparati precedentemente dall'insegnante. Sulle facce di un dado sono scritti dei numeri, sulle facce dell'altro sono segnate le istruzioni (es. raddoppia, dimezza, torna indietro di..., raddoppia e addiziona 2, triplica...). I bambini sono divisi in due squadre. Prima dell'inizio del gioco ogni squadra ha inventato degli esercizi, servendosi di un piccolo attrezzo (possono essere utilizzati tutti i piccoli attrezzi presenti in palestra) o a corpo libero. Ogni bambino viene chiamato a turno di fronte ai compagni, tira i dadi e adegua il proprio esercizio. Es: esercizio scelto, saltelli; n° 3; istruzioni raddoppia. Per ottenere un punto per la propria squadra l'alunno deve eseguire sei saltelli. Viene poi chiamato un componente dell'altra squadra. Nel caso in cui la relazione fra i due dadi non sia possibile, l'alunno tirerà di nuovo i dadi.

Chi indovina?: vengono disposti dei cerchi in ordine sparso sul pavimento. In ognuno di essi, su un foglio fissato al pavimento, è scritto un numero. Ogni bambino dovrà partire da un cerchio e spostarsi in un altro, in modo che tra i due esista una relazione. Es: cerchio 10, poi 8, poi 2 (elevando le braccia in alto per indicare che la relazione è stata eseguita); la risposta è $10-8=2$. Possono essere create relazioni di raddoppio, di dimezzamento ecc...

Problemi? Un gioco da bambini!

Percorso motorio: il gioco consiste in un percorso motorio a squa-

dre, che i bambini devono svolgere; dopo che tutti hanno terminato il percorso verrà consegnato alle due squadre un foglio con dei problemi da risolvere nel minor tempo possibile.

Vai e rispondi: il gioco è uguale a quello proposto nell'UDA precedente; la differenza sta nel fatto che non viene chiesto ai bambini di risolvere operazioni ma problemi.

All'inizio di ogni incontro i bambini venivano riuniti, in cerchio o seduti a terra in riga, e veniva chiesto loro di ripercorrere e raccontare le attività svolte nella lezione precedente; alla fine della discussione l'insegnante introduceva le attività che si sarebbero svolte durante l'ora. Terminata questa prima fase, seguiva la fase di riscaldamento, in cui sono stati proposti agli alunni semplici esercizi con difficoltà graduale. Questo momento è fondamentale per catturare la loro attenzione, per coinvolgerli nelle attività successive e soprattutto per riscaldare gradualmente il corpo, preparandolo a movimenti ed attività a maggiore intensità, rendendolo quindi più reattivo. Seguiva la fase centrale, nella quale venivano proposte le varie attività e i vari giochi preparati dallo sperimentatore, dove attività motoria e matematica interagivano continuamente. Ogni esercizio veniva spiegato nel dettaglio e dimostrato fisicamente dallo sperimentatore; inoltre agli alunni veniva data la possibilità di fare domande o chiedere ulteriori spiegazioni. Al termine di ogni incontro era previsto un momento di riposo, defaticamento, durante il quale ai bambini si chiedeva di rilassarsi, mettendosi a terra in una posizione comoda mentre si discuteva, si rifletteva insieme e ci si confrontava sui giochi svolti durante l'ora, sulle problematiche, sulle difficoltà e sugli aspetti positivi emersi.

4.5. *Analisi statistica*

Questa sezione riporta l'analisi statistica svolta sul confronto fra le due classi quarte di Scuola Primaria, alle quali è stato sottoposto un test iniziale ad ottobre 2017 e un test finale a maggio 2018, dopo aver proposto in una delle due classi, scelta come gruppo sperimentale, un *training*. Tutti i risultati dei test effettuati sono stati trattati come variabili categoriche qualitative di tipo ordinale. I valori ottenuti nei test, effettuati nelle due classi prima e dopo la sperimentazione, sono stati raffrontati sia all'interno della stessa che tra le classi. Per questo ultimo confronto sono stati prima comparati i risultati dei pre-test, per verificare se i bambini partivano da livelli differenti di abilità in ciascuna delle qualità indagate; delle qualità che non sono risultate significati-

vamente differenti al pre-test sono stati poi calcolati i delta di variazione di ciascuna classe (differenza tra valore ottenuto al post-test e valore ottenuto al pre-test) e tra loro comparati.

Entrambi questi raffronti sono stati effettuati utilizzando il test non parametrico per campioni indipendenti di U Mann-Whitney, mentre quello intragruppo è stato effettuato utilizzando il test non parametrico per campioni dipendenti di Wilcoxon. Per l'analisi statistica è stato utilizzato il software di calcolo "R". Le osservazioni statistiche sono state condotte mettendo a confronto tre diversi scenari: 1. gruppo sperimentale pre/gruppo di controllo pre; 2. gruppo sperimentale post/gruppo di controllo post; 3. gruppo sperimentale pre/gruppo sperimentale post.

Sono state ritenute significative le differenze che producevano un valore di p-value $< 0,05$.

Nelle osservazioni è stato aggiunto come fattore di valutazione fra i soggetti del gruppo sperimentale il genere (maschi vs femmine) il quale, considerato il numero del campione troppo ridotto, in quanto la ricerca educativa nella Scuola Primaria deve tenere conto delle prove, è stato ritenuto non soddisfacente a livello statistico, per cui ci siamo limitati a mostrarne le statistiche descrittive. Siamo consapevoli in generale del ridotto numero del campione preso in esame ma, nonostante ciò, siamo riusciti a dimostrare, attraverso l'analisi statistica e, nei casi al limite, tramite quella descrittiva, la significatività dei risultati del progetto.

Nel test AC-MT il gruppo sperimentale ha mostrato miglioramenti in tutti gli ambiti: in particolare evidenziamo l'item dell'accuratezza (Grafico 1), in quanto mostra un incremento maggiormente significativo degli altri (Grafico 2, Grafico 3, Grafico 4). Mentre nel pre-test il gruppo sperimentale commetteva in media 6/7 errori, al post-test il numero di errori si è ridotto a una media di 1/2 errori. Anche nel tempo totale (Grafico 5) il miglioramento è stato significativo: il gruppo sperimentale ha infatti ridotto il tempo di esecuzione degli esercizi, passando da una media di 140 secondi al pre-test a una media di 95 secondi al post-test. Per quanto riguarda il TGM, il punteggio del gruppo sperimentale al post-test è quasi raddoppiato, sia nella parte della locomozione (Grafico 6) che in quella del controllo oggetti (Grafico 7).

Nelle osservazioni abbiamo aggiunto come fattore di valutazione fra i soggetti del gruppo sperimentale il genere il quale, considerato il numero del campione troppo ridotto, come si è detto, è stato valutato

tramite l'analisi statistica descrittiva; da questa emerge che non vi sono differenze tra maschi e femmine, eccetto nell'item dell'accuratezza del test AC-MT (Grafico 8), dove i maschi hanno dimostrato un miglioramento più significativo rispetto alle femmine.

4.6. *Discussione*

Dall'analisi condotta attraverso il test AC-MT 6-11 risulta che il gruppo sperimentale ha mostrato miglioramenti in tutti i test presi in considerazione; in particolare, esaminando i risultati del pre-test emergono due tipi di difficoltà, riguardanti nello specifico l'area dell'Accuratezza e del Tempo. Per quanto riguarda l'Accuratezza, essa misura il numero di errori commessi dai bambini nella parte individuale del test AC-MT. Analizzando le prove degli alunni del gruppo sperimentale si evince che, al pre-test, i bambini commettevano fino a 7 errori solo nel recupero di fatti numerici, mentre al post-test gli errori in questa area si sono ridotti a un massimo di 2 a bambino.

Il gruppo di controllo invece partiva da una situazione in cui la media degli errori risultava essere più bassa (si tratta di una media di 5 errori a bambino) per poi passare, nel post-test, ad una media di circa 4 errori, dunque si tratta di una differenza tra pre e post-test meno significativa di quella risultante dall'analisi delle performance del gruppo sperimentale nell'ambito dell'accuratezza. Da ciò si potrebbe dedurre che le attività ludico-motorie, proposte durante il percorso progettuale, hanno favorito il miglioramento della qualità del ragionamento degli alunni, dando loro possibilità di consolidare e rendere le strategie di calcolo e memorizzazione più flessibili e, di conseguenza, più efficaci. L'errore nel recupero di fatti numerici si manifesta nel momento in cui essi non sono ancora ben consolidati; per far questo, occorre che questi contenuti siano presentati all'alunno sia a livello di istruzione che di esperienza diretta. L'altro tipo di errori che i bambini hanno maggiormente commesso nella parte individuale riguardava il calcolo a mente, notevolmente migliorato in fase di post-test. Il calcolo a mente si basa su strategie necessarie ai meccanismi di intelligenza numerica e perciò risulta essere la competenza fondamentale all'evoluzione di tale intelligenza. È il ragionamento, fatto attraverso il calcolo a mente, che consente di comprendere pienamente ed interiorizzare i concetti matematici; l'esercizio viene in un secondo momento ed ha il compito di favorire l'automatizzazione di tali meccanismi.

In riferimento al tempo, invece, i bambini del gruppo sperimentale, nel pre-test, hanno ottenuto risultati collocabili principalmente nelle fasce sufficiente e di richiesta di attenzione, dimostrandosi abbastanza lenti e poco sicuri nei calcoli, soprattutto in quelli a mente. Analizzando i punteggi ottenuti dal gruppo di controllo, invece, emerge che esso, al pre-test, risultava più rapido nei calcoli rispetto al gruppo sperimentale, ma il miglioramento al post-test è stato meno significativo rispetto a quello dimostrato dal gruppo sperimentale in quanto, pur partendo da una situazione migliore ha raggiunto la stessa media di punteggio del gruppo sperimentale al post-test.

Da questi presupposti, sono state costruite delle attività motorie e dei giochi sulla base degli errori più diffusi tra gli alunni, al fine di stimolarli all'uso di strategie quali la composizione e scomposizione, il raggruppamento, l'arrotondamento alla decina, le proprietà delle operazioni e il recupero di fatti aritmetici, verificando in questo modo la correlazione positiva tra attività motoria e matematica. Tale ipotesi è stata sviluppata in seguito allo studio della letteratura, dalla quale emerge, come si è già ricordato, che presentare contenuti matematici attraverso il corpo e il movimento aiuta i bambini ad acquisire e ad interiorizzare i concetti. L'attività motoria ha in effetti aiutato ad apprendere ed utilizzare strategie, potenziando il calcolo a mente, e ciò è riscontrabile nei risultati positivi del post-test, i quali testimoniano una diminuzione degli errori nel calcolo a mente e nel recupero dei fatti numerici.

Il progetto sperimentale presentato in questo articolo intende contribuire proprio al rafforzamento e alla generalizzazione dei contenuti matematici e delle relative strategie, per far sì che il calcolo diventi per gli alunni più rapido ed accurato; se il recupero dei fatti viene automatizzato, essi saranno reperibili in qualsiasi momento e circostanza, nella memoria a lungo termine, senza bisogno di coinvolgere la memoria di lavoro. Si ipotizza inoltre che l'intervento motorio potrebbe aver aiutato gli alunni ad utilizzare procedure di calcolo più mature e facilitanti, evitando in questo modo di sovraccaricare la memoria. Per quanto riguarda il calcolo scritto, i bambini sono migliorati anche in questa area e ciò è dimostrato dalla riduzione del numero degli errori nelle prove di operazioni scritte del test AC-MT. La proposta motoria ha dato la possibilità di migliorare le proprie abilità visuo-spaziali, le quali hanno un ruolo notevole nella risoluzione dei calcoli, soprattutto nella scrittura delle operazioni; tale progresso è dimostrato dall'incremento dei punteggi nelle prove del TGM, riguardanti la loco-

mozione e il controllo degli oggetti, e dal miglioramento del calcolo scritto, sia nella prova individuale che in quelle comuni.

L'automatizzazione delle strategie è dimostrata anche dall'analisi dei risultati ottenuti nella sezione Tempo totale, dalla quale emerge che il gruppo sperimentale ha ridotto significativamente il tempo di esecuzione degli esercizi; ciò evidenzia che, grazie agli esercizi e alle attività presentate durante l'intervento motorio, gli alunni hanno avuto la possibilità di allenarsi nell'utilizzo di strategie di calcolo e, di conseguenza, di automatizzarle. Dal punto di vista educativo, risulta fondamentale insistere sul raggiungimento di obiettivi riguardanti sia la rapidità che l'accuratezza; mentre "l'accuratezza ci indica il grado di conoscenza del dominio da parte del bambino, la rapidità ci dice quanto tale conoscenza è stata automatizzata"²⁶. Perciò è importante concentrarsi su entrambi gli aspetti, in quanto un alunno che svolge i calcoli rapidamente, se non è accurato, non trarrà beneficio dalla sua velocità, così come un bambino in grado di svolgere i calcoli si troverà in difficoltà se ha bisogno di tanto tempo per svolgerli. Dall'analisi delle prove di soluzione di problemi aritmetici si evince che gli alunni hanno migliorato l'aspetto della comprensione e della pianificazione, abilità entrambe coinvolte nell'attività di *problem solving*; tale processo, per avvenire correttamente, richiede un alto grado di attenzione, durante tutto il suo svolgimento, perciò possiamo ipotizzare che l'attività motoria abbia anche aiutato a mantenere più a lungo un controllo attivo sulle attività svolte.

Attraverso il movimento gli alunni sono dunque riusciti a rafforzare le risposte corrette, interiorizzandole come fatti numerici, facilmente recuperabili; di conseguenza, le differenze tra i bambini all'interno della classe si sono ridotte, avendo come effetto una distribuzione omogenea in un livello tra il sufficiente e l'ottimale. Se al pre-test alcuni soggetti rientravano in una situazione di richiesta di attenzione in alcune aree, a seguito dell'intervento motorio la disparità tra bambini con alte prestazioni e bambini con basse prestazioni si è significativamente ridotta; perciò, si può supporre che il training ludico-motorio, pur considerando la brevità dell'arco temporale durante il quale è stato proposto, abbia comunque contribuito a consolidare gli apprendimenti avvenuti in classe. Ciò è in parte confermato anche dall'insegnante curricolare, la quale sostiene che "le attività, proposte in modo gradua-

²⁶ C. Cornoldi, D. Lucangeli, M. Bellina, *Test AC-MT 6-11. Test di valutazione delle abilità di calcolo e soluzione di problemi*, cit., p. 32.

le e differenziate tra di loro, sono risultate motivanti ed efficaci per un miglioramento delle abilità logico-matematiche dei ragazzi coinvolti. Gli alunni hanno avuto la possibilità di riutilizzare quanto appreso in situazioni diverse dall'apprendimento in classe, in situazioni ludico-motorie che sono state di stimolo anche per gli alunni meno motivati e con difficoltà in ambito matematico. Hanno potuto esercitare soprattutto strategie di calcolo orale e ripassare le tabelline che per alcuni alunni della classe non sono ancora un automatismo". Ciò conferma che gli alunni hanno acquisito la capacità di generalizzare, applicando nei giochi motori e nelle attività in palestra, ciò che avevano precedentemente appreso in aula. Inoltre, la docente aggiunge di aver notato tra gli alunni, in seguito all'intervento motorio, un miglioramento nella sfera delle relazioni, in particolare nella motivazione e nella cooperazione, le quali contribuiscono a ridurre le differenze, favorendo l'apprendimento. Il coinvolgimento emotivo nelle attività motorie li ha aiutati a migliorare la propria percezione di competenza, limitando e riducendo l'insorgere di atteggiamenti di sfiducia; la conseguente riuscita scolastica, specialmente in matematica, può influenzare fortemente la percezione di autoefficacia del bambino, aiutandolo a sviluppare una teoria incrementale, la quale porta l'individuo ad apprendere per migliorarsi. Attraverso l'attività motoria imparano a distinguere la persona dai risultati che ottiene e, di conseguenza, a vivere l'insuccesso non come una sconfitta, ma come uno stimolo positivo ad impegnarsi per migliorare. Analizzando le risposte date dai bambini al questionario finale e osservandoli, insieme all'insegnante curricolare, durante le attività in palestra, si è potuto rilevare che l'intera classe ha partecipato attivamente e con entusiasmo al progetto; nello specifico, 10 bambini su 14 hanno testimoniato una forte attrazione per questa nuova modalità di fare matematica, la quale associa un'esperienza ludica e concreta al significato delle quattro operazioni e ad attività logiche. In questo modo si è favorito l'instaurarsi di un clima positivo e di benessere tra gli alunni, al cui interno sono riusciti ad apprendere, ad utilizzare approcci maggiormente strategici e ad affrontare la matematica con meno timore e preoccupazione.

5. Conclusioni

Il percorso di ricerca "Matematica in movimento" si è rivelato un'occasione per mettere alla prova una modalità di integrazione tra l'approccio sperimentale e il mondo scolastico, offrendo una modalità

di lavoro diversa dalla normale *routine*, che vede matematica ed attività motoria interagire tra loro in un unico progetto interdisciplinare. Nonostante la brevità dell'arco temporale durante il quale si è svolta l'esperienza, l'analisi dei dati relativi alle performance degli alunni nei vari test proposti mostra comunque evidenze di un miglioramento in entrambi i gruppi, anche se il gruppo sperimentale presenta un incremento maggiore nelle varie prove; perciò possiamo affermare che, nel piccolo campione, l'ipotesi di partenza è stata verificata. Certamente, per una verifica più significativa dell'ipotesi occorrerà proporre, in futuro, uno studio più ampio a livello sia temporale che numerico e un *training* più dettagliato, nel quale non vengano somministrate esclusivamente le batterie AC-MT e TGM, ma anche delle schede cognitive, al fine di valutare la capacità dei bambini di generalizzare le competenze acquisite. Oltre a significativi miglioramenti a livello cognitivo, il percorso di attività motoria ha determinato degli effetti positivi anche sul clima della classe: in effetti, attraverso le attività ludico-motorie svolte in palestra, si creano situazioni nelle quali i bambini collaborano, interagiscono ed hanno un contatto più ravvicinato tra loro rispetto a quello che hanno in classe; tutto ciò permette di rafforzare le relazioni interpersonali e di crearne di nuove. In queste esperienze, il corpo diventa il principale mezzo di comunicazione, attraverso il quale gli alunni esplorano, esprimono le proprie emozioni, si confrontano con gli altri, scaricano le proprie tensioni interne. In più, utilizzando il movimento come espediente per presentare la matematica, questa diventerà più semplice da comprendere, in quanto non rimane intrappolata in un mondo astratto, lontano dall'immaginario e dal vissuto degli alunni, ma anzi si concretizza, diventa materia reale, con la quale si confrontano utilizzando corpo e mente. Inoltre, il processo formativo non si riduce a delle semplici lezioni frontali, durante le quali i bambini ascoltano passivamente ciò che l'insegnante trasmette loro, ma diventa attivo e partecipato e l'apprendimento, di conseguenza, risulta più significativo e duraturo. Dai risultati dell'analisi statistica e pedagogica effettuate emerge che gli alunni, attraverso l'intervento di attività motoria, hanno migliorato le abilità di calcolo a mente e il recupero dei fatti numerici; ciò dimostra che l'attività fisica ha aiutato ad interiorizzare meglio i concetti matematici appresi in classe e a farli propri, rendendoli più facilmente recuperabili ed utilizzabili. Per di più, sebbene l'obiettivo principale della ricerca fosse quello di analizzare gli effetti di una didattica combinata di attività motoria e matematica, secondariamente l'intervento ha portato ad un incremento

dell'attività motoria svolta a scuola, con conseguente riduzione della sedentarietà.

Grafico 1: Risultati Test AC-MT item Accuratezza

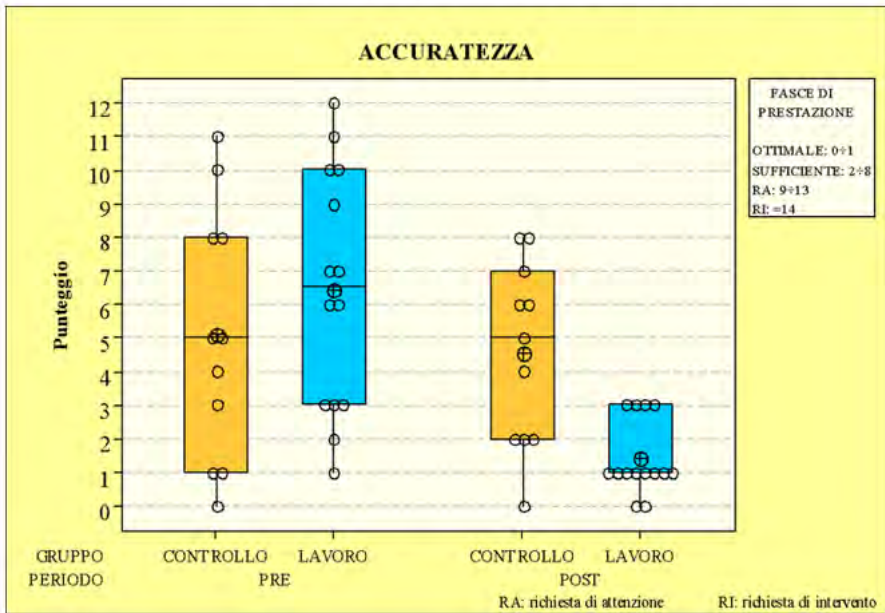


Grafico 2: Risultati Test AC-MT item Operazioni scritte

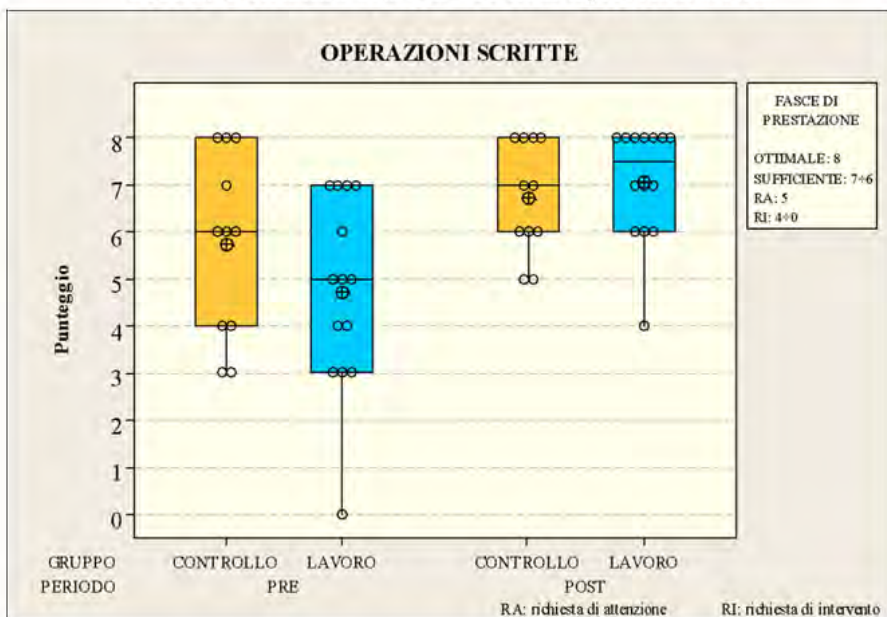


Grafico 5: Risultati test AC-MT item Tempo totale

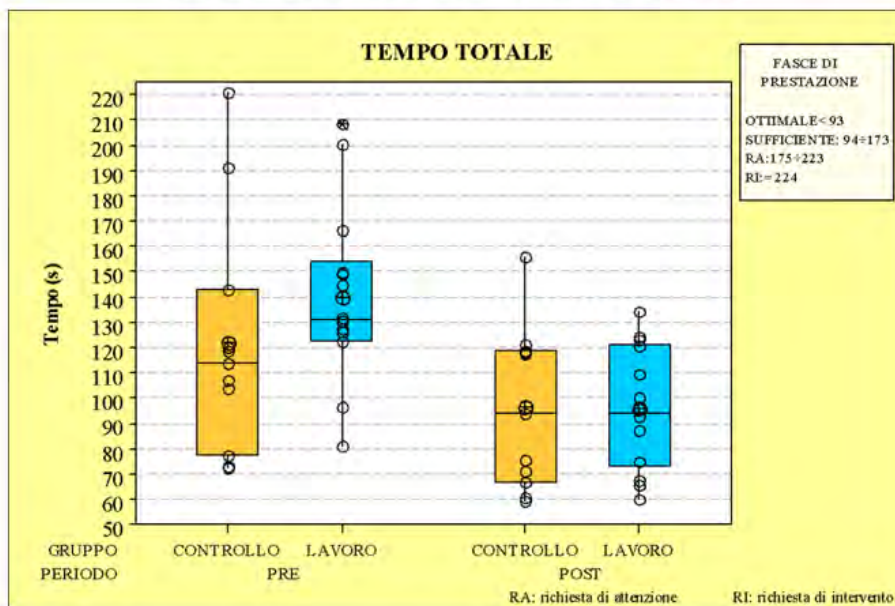


Grafico 6: Risultati test TGM item Abilità di locomozione

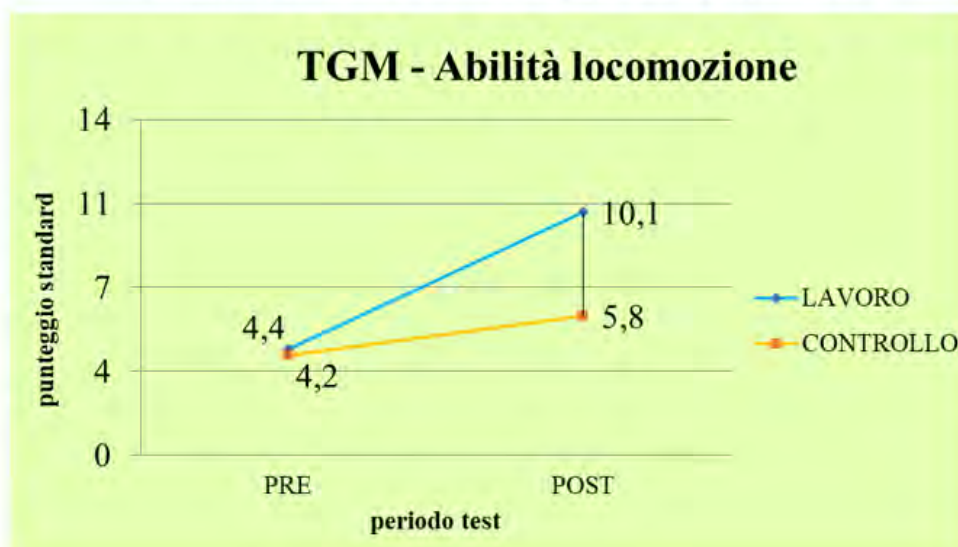


Grafico 7: Risultati test TGM item Controllo oggetti

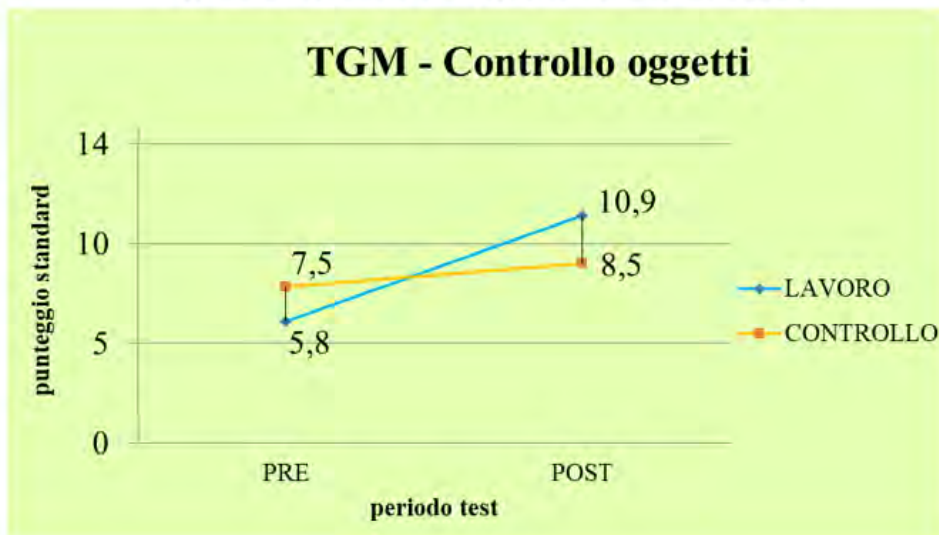
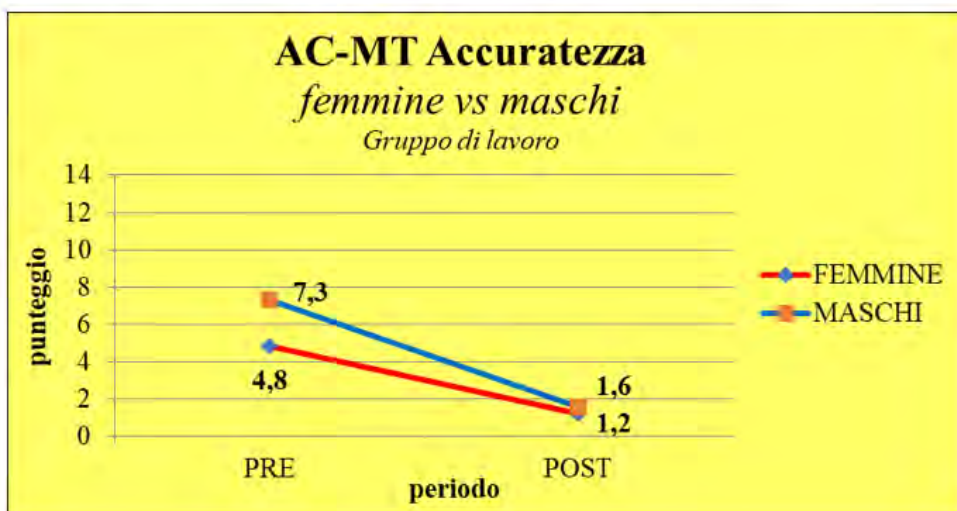


Grafico 8: Risultati test AC-MT item Accuratezza (maschi e femmine)



Riferimenti bibliografici

Bonali M., Stefanini L., Antonietti A. (a cura di), *La bussola della mente funzionale. Dal corpo intelligente al sé operativo*, Milano, Edizioni Universitarie di Lettere Economia Diritto, 2015

Bussoli A., Zappaterra E., *Dall'esperienza alla regola. Un intervento per promuovere il problem solving nella scuola primaria*, in "Difficoltà in Matematica", 2018

Colella D., *Physical Literacy e Stili d'insegnamento. Ri-orientare l'educazione fisica a scuola*, in "Formazione & Insegnamento", 2018

Cornoldi C., Lucangeli D., Bellina M., *Test AC-MT 6-11. Test di valutazione delle abilità di calcolo e soluzione di problemi*, Trento, Erickson, 2012

Erwin H., Fedewa A., Ahn S., *Student Academic Performance Outcomes of a Classroom Physical Activity Intervention: A Pilot Study*, in "International Electronic Journal of Elementary Education", 2012

Gardner H., *Formae mentis. Saggio sulla pluralità dell'intelligenza*, Milano, Feltrinelli, 2006

Harris J., Cale L., *Promoting Active Lifestyles in Schools*, Champaign, Human Kinetics, 2018

Lynch S., *A Practitioner's Guide for Outstanding Cross-curricular Physical Education*, in "Strategies", 2016

Macdonald K., Milne N., Orr R., Pope R., *Relationships between Motor Proficiency and Academic Performance in Mathematics and Reading in School-Aged Children and Adolescents: A Systematic Review*, in "International Journal of Environmental Research and Public Health", 2018

Mondoni M., *La nuova didattica del movimento: laboratori di gocosport e giochi inclusivi*, Milano, Mondadori Università, 2016

Nicolosi S., Sgrò F., Lipoma M., *La didattica interdisciplinare in educazione fisica: una rassegna della letteratura*, in "Formazione & Insegnamento", 2016

Piaget J., *Avviamento al calcolo*, Firenze, La Nuova Italia 1956

Riley N., Lubans D. R., Holmes K., Morgan P. J., *Findings from the EASY Minds Cluster Randomized Controlled Trial: Evaluation of a Physical Activity Integration Program for Mathematics in Primary Schools*, in "Journal of Physical Activity and Health", 2016

Sgrò F., Schembri R., Pignato S., & Lipoma M., *Educazione Motoria, exergames e apprendimento vicariante*, in "Formazione & Insegnamento", 2016

Ulrich D. A., *TGM - Test di valutazione delle abilità grosso-motorie*, Trento, Erickson, 2016

Usnick V., Johnson R. L., White N., *Connecting physical education and math*, in "Teaching Elementary Physical Education", 2003

Vetter M., O'Connor H., O'Dwyer N., Orr R., *Learning "Math on the Move": Effectiveness of a Combined Numeracy and Physical Activity Program for Primary School Children*, in "Journal of Physical Activity and Health", 2018