

**Pubblicato il: febbraio 2023**

©Tutti i diritti riservati. Tutti gli articoli possono essere riprodotti con l'unica condizione di mettere in evidenza che il testo riprodotto è tratto da [www.qtimes.it](http://www.qtimes.it)  
Registrazione Tribunale di Frosinone N. 564/09 VG

## **Body and learning: Embodied Cognition as a new teaching methodology**

### **Corpo e apprendimento: Embodied Cognition come nuova metodologia didattica**

*di*

Ilaria Tosi

[Ilaria.tosi@unicatt.it](mailto:Ilaria.tosi@unicatt.it)

Università Cattolica del Sacro Cuore

#### **Abstract:**

The viewpoint of embodied cognition holds that cognitive processes are rooted in the body's interactions with the world aimed at gathering and collecting as much information as possible: cognition is situated, body based and for action (Wilson, 2002). From this perspective, embodied cognition research may have important implications for education because it highlights an approach to learning through whole-body engagement (Gallagher & Lindgren, 2015). Anything is known when physical activity is integrated with academic content during physical education lessons. The present research tried to fill the lack of studies focused on the application of the embodied didactics to a wider scenario that could involve all the aspects of the child's activity through games during physical education lessons. The aim of this paper was to examine the effect of embodied physical activity during curricula physical education lessons on mathematical achievement, and physical fitness level.

**Keywords:** Embodied cognition; Maths; physical education; learning

#### **Abstract:**

La teoria della cognizione incarnata sostiene che i processi cognitivi siano radicati nelle interazioni del corpo con il mondo volte a cogliere e raccogliere quante più informazioni possibili: la cognizione

è situata, incorporata e strettamente connessa all'azione (Wilson, 2002). Da questa prospettiva, la ricerca in ambito cognitivo può contribuire allo sviluppo di una nuova didattica che coinvolge il corpo, nella sua totalità, durante il processo di apprendimento (Gallagher & Lindgren, 2015). Ad oggi non sono presenti ricerche sull'apprendimento incorporato in un contesto scolastico. La presente ricerca ha cercato di colmare la mancanza di studi incentrati sull'applicazione della didattica incarnata ad uno scenario più ampio che potesse coinvolgere tutti gli aspetti dell'attività del bambino attraverso i giochi durante le lezioni di educazione fisica. Lo scopo di tale lavoro è quello di esaminare l'effetto dell'attività fisica incarnata sui risultati matematici e sul livello di attività fisica.

**Parole chiave:** Embodied cognition; matematica; attività fisica; apprendimento

### 1. Introduzione

La psicologia ha profondamente cambiato l'idea di corpo, riconoscendo che esso non è semplicemente una macchina organica, ma anche un luogo in cui si verificano tutte le esperienze di relazione con il mondo: l'azione, l'espressione, la segnalazione, la comunicazione e la conoscenza. Si è anche sviluppata una maggiore consapevolezza del modo in cui l'interazione fra corpo e mente si traduce in azioni e percezioni, ciascuno di noi percepisce e vive la propria realtà corporea distintamente e, sulla base di ciò, fornisce autonomamente un'immagine del corpo e del vissuto corporeo (Wilson & Foglia, 2011). Tutto ciò viene ulteriormente confermato da numerose ricerche in ambito neuroscientifico che sottolineano lo stretto legame esistente tra mente e corpo e ritengono che l'incarnazione sia un requisito essenziale per la consapevolezza cosciente (Harle, 2006). Margaret Wilson, docente universitaria di Psicologia, già nel 2002, asseriva che “C'è un movimento in corso nelle scienze cognitive finalizzato a concedere al corpo un ruolo centrale nella formazione della mente. I fautori della cognizione incarnata hanno come loro punto di partenza teorico non una mente che lavora su problemi astratti, ma un corpo che richiede una mente per farlo funzionare” (Wilson, 2002, p.625). Tale prospettiva permette di superare il dualismo mente-corpo, considerando gli organismi esseri dotati di corpo e di cervello. L'embodied cognition si fonda sull'idea che la maggior parte dei processi cognitivi avvenga attraverso i sistemi di controllo del corpo e la conoscenza prevede come assunto la dipendenza dei processi cognitivi dal sistema sensorimotorio: la mente abita in un determinato corpo e, di conseguenza, la cognizione risulta essere dipendente dalle esperienze corporee e da un corpo caratterizzato dalle sue particolari capacità percettive e motorie (Gallese & Goldman, 1998). Negli ultimi anni, inoltre, si descrive la cognizione come movimento e azione, essa non è solo incarnata ma anche situata in un contesto che la determina fortemente: il corpo è il primo contesto, il primo elemento di determinazione della conoscenza. La cognizione nasce da interazioni con il mondo e, per questo motivo, si può definire incarnata, incorporata (Cosentino & Vazzano, 2007). Da questa prospettiva, la ricerca in ambito cognitivo può contribuire allo sviluppo di una nuova didattica che coinvolge il corpo, nella sua totalità, durante il processo di apprendimento (Gallagher & Lindgren, 2015). I processi cognitivi sono profondamente radicati nell'interazione del corpo con il mondo, e un'analisi statistica tra i concetti matematici appresi e le capacità motorie ha portato a conclusioni positive e promettenti per lo sviluppo di una didattica incorporata (Rio, 2015). Un apprendimento incorporato si configura come una modalità didattica efficace ed in grado di coinvolgere tutti i partecipanti: embodied cognition come *modus operandi* per la costruzione delle

proprie conoscenze affinché ogni studente possa essere il vero artefice del proprio successo formativo (Paloma, 2013). Da questa prospettiva, la ricerca cognitiva incarnata può avere implicazioni importanti per l'istruzione perché evidenzia un approccio all'apprendimento che passa attraverso l'impegno di tutto il corpo (Gallagher & Lindgren, 2015). Le organizzazioni educative stanno diventando sempre più consapevoli dell'importanza delle esperienze corporee e dell'educazione motoria dei bambini; infatti, in diversi studi, è stato dimostrato che l'attività fisica influenza in modo positivo tutta la persona – alunno; attraverso benefici globali, contribuendo all'apprendimento generale e migliorando la funzione cognitiva, per tutto il corso della vita (Valentini, 2016). In particolare, si è osservato che nei bambini dai 6 ai 13 anni, l'attività fisica svolta con regolarità produce effetti benefici sull'attenzione, sulla funzione esecutiva, un insieme di operazioni cognitive alla base della selezione, della programmazione, del coordinamento e del monitoraggio di processi complessi e diretti a obiettivi coinvolti nella percezione, nella memoria, nell'azione e sul rendimento scolastico (Donnelly et al., 2016; Erikson et al., 2018). Molti studi hanno sottolineato l'importanza dei gesti nell'apprendimento dei concetti matematici (Alibali & Nathan, 2012). Infatti, la mappatura dello spazio numerico, misurata aggiungendo e sottraendo la direzione nei bambini piccoli, è correlata alla mano che usano durante l'esecuzione del compito: è incarnata (van't Noordende, Volman, Leseman & Kroesbergen, 2017). In questa prospettiva teorica lo sviluppo delle competenze matematiche dipende dalle condizioni contestuali, dalle situazioni che vengono proposte agli studenti all'interno del contesto classe (Tonelli, 2019). Uno studio condotto da Mullender-Wijnsma, Esther Hartman e collaboratori (2016), all'interno della Scuola Primaria, ha valutato il ruolo dell'attività fisica nelle attività didattiche notando come il movimento e l'attività motoria inducano miglioramenti significativi ( $p < 0,001$ ) nelle classi di intervento nei punteggi del test di linguaggio, di velocità di calcolo e di capacità matematiche generali. Un altro studio è stato svolto da Hraste con lo scopo di verificare se un programma integrato di matematica-geometria ed attività fisica facilitasse l'apprendimento nei bambini della Scuola Primaria e i risultati ottenuti hanno mostrato come la lezione integrata abbia migliorato l'apprendimento dei concetti geometrico-matematici (Hraste et al., 2018). Solo uno studio (Have et al., 2018) ha indagato oltre ai parametri matematici anche quelli motori e i livelli di attività fisica mostrando come l'integrazione dell'attività fisica nelle lezioni di matematica aumenti le math skill: il gruppo d'intervento è migliorato in percentuale del 24,7% rispetto al 19% del gruppo di controllo. Dallo studio non si evincono effetti significativi sulle funzioni esecutive, sull'indice di massa corporea e sul livello di fitness aerobico (Have, 2018). Dai risultati ottenuti nei diversi gli studi, si evidenzia come l'introduzione dell'attività fisica, strutturata e progettata, nelle lezioni di matematica nella Scuola Primaria, migliori l'apprendimento e le capacità necessarie di questa disciplina. Lo scopo di tale studio, sulla base della precedente breve review bibliografica, è di verificare se l'embodied cognition possa essere considerata un punto di svolta per ciò che riguarda la didattica e l'apprendimento sia di nozioni relative ai concetti matematici, sia di capacità motorie, analizzando l'anno scolastico 2020/2021.

## 2. Disegno sperimentale

Il campione preso in esame (121 soggetti) è stato diviso in gruppo sperimentale (GS) (82 soggetti) e gruppo di controllo (GC) (39 soggetti). Il primo ha svolto 30 lezioni di attività fisica incorporata, le quali contenevano esercizi con l'obiettivo di unire la componente motoria e matematica (seguendo le linee guida nazionali per il curriculum del secondo e del terzo anno del primo ciclo di istruzione).

Mentre il secondo ha svolto 30 lezioni di attività motoria tradizionale. Il presente studio è stato diviso in 2 fasi: primo monitoraggio (ottobre 2020) e secondo monitoraggio (maggio 2021). Per quanto riguarda le giornate di monitoraggio, i bambini, suddivisi in piccoli sottogruppi, dopo una breve presentazione hanno svolto a rotazione tutti i test motori previsti dallo studio. Dopo i test motori è stato somministrato ad ogni bambino il test matematico. Durante le giornate di monitoraggio sono stati effettuati i seguenti test: six minute walking test (6MWT, percorrere camminando la massima distanza in 6 minuti) per la valutazione della fitness cardiorespiratoria (Li, 2005), standing broad jump (SBJ, eseguire un salto cercando di atterrare il più lontano possibile con i piedi uniti e in stazione eretta) per la valutazione della forza muscolare (Artero, 2011) e 4x10m shuttle run test (4x10m SRT, svolgere un percorso coordinativo) per la valutazione delle qualità di destrezza: velocità, agilità e coordinazione (Ruiz, 2011). In merito alla valutazione delle abilità matematiche è stato somministrato il test di valutazione delle abilità di calcolo e soluzione dei problemi (Test AC-MT 6-11; Cornoldi, 2012). Il test comprende: prove carta e matita finalizzate a valutare:

- le operazioni scritte: numero di operazioni correttamente eseguite, nel test carta e matita;
- conoscenza numerica: somma delle risposte esatte date nelle prove carta e matita (giudizio di numerosità, trasformazione in cifre ed ordinamento crescente e decrescente);
- accuratezza: numero totale degli errori commessi nella prova individuale
- tempo totale: somma dei tempi impiegati nelle tre prove che prevedono la misurazione del tempo (calcolo scritto, calcolo a mente ed enumerazione);
- soluzione di problemi aritmetici.

Il test AC-MT si configura come lo strumento in ambito nazionale più semplice ed efficace per prevenire e misurare le difficoltà nell'apprendimento del calcolo nella Scuola Primaria, permettendo di valutare le abilità numeriche non solo con riferimento a media, deviazione standard e percentili, ma anche classificandole in 4 fasce di prestazione (ottimale, sufficiente, richiesta di attenzione, richiesta di intervento).

### **3. Analisi statistica**

L'analisi statistica è stata effettuata con il software StatView per Windows (versione 5.0.1), il quale permette di analizzare i dati pre e post integrati per categoria. Tutti i dati sono stati espressi nella statistica descrittiva come media  $\pm$  deviazione standard, minimo e massimo. Inoltre, per confrontare i dati dei test motori tra i due diversi periodi di somministrazione è stato applicato il test ANOVA; le analisi sono state svolte valutando le differenze di genere e classe. Il livello di significatività è stato posto per tutti i test statistici a  $p < 0,05$ . Mentre i test cognitivi sono stati analizzati utilizzando il chi quadro e si sono valutate le differenze tra i due monitoraggi e tra gruppo sperimentale e di controllo.

## **4. Risultati**

### *4.1 Test motori*

La Tabella 1 presenta il valore medio, la deviazione standard (DS), e il massimo e minimo di ciascun test di valutazione motoria (6MWT, SBJ e 4x10m SRT), riferiti al gruppo sperimentale e di controllo durante i due diversi monitoraggi.

Tabella 1: parametri descrittivi motori gruppo sperimentale e di controllo

Popolazione totale	GS		GC	
	Media $\pm$ DS	Min – Max	Media $\pm$ DS	Min – Max
<b>Ottobre 2020</b>				
6MWT (m)	538,4 $\pm$ 66,1	390 – 680	549,6 $\pm$ 62,2	475 – 654
SBJ (cm)	111,0 $\pm$ 19,8	70 – 160	116,1 $\pm$ 18,9	78 – 150
4x10m SRT (s)	15,8 $\pm$ 2,2	10,5 – 22,9	15,9 $\pm$ 2,3	11,9 – 21,5
<b>Maggio 2021</b>				
6MWT (m)	563,5 $\pm$ 55,0	445 – 670	562,4 $\pm$ 46,9	475 – 654
SBJ (cm)	116,5 $\pm$ 18,3	74 – 159	118,5 $\pm$ 17,8	83 – 153
4x10m SRT (s)	15,7 $\pm$ 2,2	10,5 – 22,6	15,9 $\pm$ 2,3	11,9 – 21,5

Nei due periodi di monitoraggio i valori medi, ottenuti nei test motori, di entrambi i gruppi aumentano leggermente, questo incremento è più marcato nel gruppo sperimentale. Tuttavia, analizzando i risultati attraverso l'analisi statistica ANOVA si riscontra che l'unico parametro che ha avuto un miglioramento significativo (valore  $P=0,0210$ ) fra i due monitoraggi è il six minute walking test, senza differenze di miglioramento tra gruppo sperimentale e di controllo. Nel monitoraggio di maggio in entrambi i gruppi osserviamo un incremento, esso risulta più marcato nel gruppo sperimentale che ad ottobre registrava una distanza media percorsa minore. Nello standing broad jump, che valuta la forza esplosiva degli arti inferiori e nel 4x10m shuttle run test, rappresentativo per i livelli posseduti di agilità, velocità, coordinazione ed equilibrio la differenza nei due monitoraggi non risulta significativa mentre nello SBJ si registra un leggero miglioramento significativo del valore medio del salto in lungo da fermo, lievemente più marcato nel gruppo sperimentale che partiva da una performance peggiore. Invece nel 4x10m SRT, in cui la diminuzione del tempo impiegato in secondi rappresenta un progresso, non si riscontrano differenze. Questo potrebbe essere stato causato dalle restrizioni imposte dalla pandemia di COVID-19, che hanno costretto i bambini a ridurre e limitare le attività sportive extrascolastiche svolte nei centri sportivi e natatori, in concomitanza alle regole imposte nelle ore di educazione fisica per rispettare i protocolli di sicurezza e al mese di scuole chiuse tra marzo ed aprile in cui hanno svolto la didattica a distanza. Inoltre, dall'analisi statistica si evince che non è presente una differenza significativa in nessun test motorio fra i monitoraggi pre e post nelle diverse classi prese in esame e i risultati ottenuti dalla classe 3<sup>a</sup> della Scuola Primaria sono significativamente migliori con  $P < 0,0001$  nel 6MWT, SBJ e 4x10m SRT. Infine, per quanto concerne la differenza di genere è presente una differenza significativa con  $P < 0,0001$  in tutti i test motori e il campione maschile presenta sempre una performance migliore.

#### 4.2 Test cognitivi

La Tabella 2 presenta il valore medio, la deviazione standard (DS), il massimo e minimo di ciascun test di valutazione delle abilità di calcolo e soluzione dei problemi (operazioni scritte, conoscenza numerica, accuratezza, tempo totale e totale problemi), riferiti al gruppo sperimentale e di controllo durante i due monitoraggi. Il totale problemi è stato calcolato solamente nella classe terza, come da testo di riferimento.

Popolazione totale	GS		GC	
	Media $\pm$ DS	Min – Max	Media $\pm$ DS	Min - Max
<b>Ottobre 2020</b>				
Operazioni scritte	3,8 $\pm$ 1,8	0 – 8	3,5 $\pm$ 1,3	1 – 8
Conoscenza numerica	16,6 $\pm$ 3,4	0 – 22	17,2 $\pm$ 2,5	11 – 21
Accuratezza	7,5 $\pm$ 3,0	3 – 14	6,7 $\pm$ 2,3	2 – 14
Tempo totale	76,1 $\pm$ 22,4	46 – 153	71,5 $\pm$ 15,4	36 – 108
Totale problemi	2,3 $\pm$ 1,9	0 – 9	2,6 $\pm$ 1,2	1 – 5
<b>Maggio 2021</b>				
Operazioni scritte	5,2 $\pm$ 2,3	0 – 8	5,2 $\pm$ 2,2	0 – 8
Conoscenza numerica	19,8 $\pm$ 2,5	7 – 22	19,2 $\pm$ 2,6	14 – 22
Accuratezza	4,1 $\pm$ 2,2	1 – 13	4,7 $\pm$ 1,7	2 – 8
Tempo totale	68,8 $\pm$ 12,4	46 – 105	71,2 $\pm$ 8,5	53 – 91
Totale problemi	5,7 $\pm$ 1,9	0 – 9	4,3 $\pm$ 1,1	2 – 6

Tabella 2: parametri descrittivi cognitivi gruppo sperimentale e di controllo

La Tabella 3 presenta il chi quadro e la significatività attraverso il P-value per ogni categoria presa in considerazione nei test di valutazione delle abilità di calcolo e soluzione dei problemi. Maggiore è il valore ottenuto attraverso l'analisi statistica nel chi quadro, maggiori sono stati i miglioramenti ottenuti fra i monitoraggi pre e post-intervento.

	Chi quadro	P – value
<b>GS</b>		
Operazioni scritte	24,5	< <b>0,0001</b>
Conoscenza numerica	35,4	< <b>0,0001</b>
Accuratezza	26,7	< <b>0,0001</b>
Tempo totale	4,3	<b>0,0380</b>
Totale problemi	48,5	< <b>0,0001</b>
<b>GC</b>		
Operazioni scritte	22,1	< <b>0,0001</b>
Conoscenza numerica	17,1	<b>0,0002</b>
Accuratezza	7,9	<b>0,0189</b>
Tempo totale	0,16	0,6920
Totale problemi	13,3	<b>0,0040</b>

Tabella 3: chi quadro e significatività dei test cognitivi

Le operazioni scritte sono migliorate in entrambi i gruppi in modo significativo ed equivalente. La mancanza di differenze fra i due campioni potrebbe essere dovuta al fatto che era presente un numero molto limitato di attività carta e matita nelle attività proposte al gruppo sperimentale nell'ambiente palestra, poiché è una capacità che viene maggiormente sviluppata in classe. Dall'analisi statistica si può, inoltre, osservare che è presente una differenza significativa in tutti i parametri cognitivi fra le due classi. In particolare, la classe 3<sup>a</sup> ha sempre ottenuto risultati migliori e non si è riscontrata nessuna differenza di genere. La Figura 1 mostra i risultati ottenuti nella conoscenza numerica, che corrisponde alla somma delle risposte corrette nel giudizio di numerosità, trasformazione in cifre ed ordinamento crescente e decrescente dal gruppo sperimentale e di controllo nei due monitoraggi. A seconda dei cut off di riferimento sono stati suddivisi in quattro categorie: ottimale, sufficiente, richiesta di attenzione e richiesta d'intervento. Entrambi i gruppi migliorano in modo significativo,

ma come evidenzia il chi quadro e la figura sottostante è maggiore l'incremento nel gruppo sperimentale.

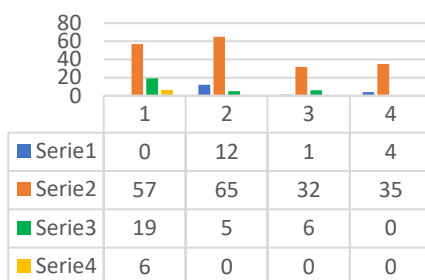


Figura 1: confronto sulla conoscenza numerica nel gruppo sperimentale e di controllo

La Figura 2 presenta la suddivisione degli studenti nell'accuratezza, la quale viene individuata sommando gli errori effettuati nella parte individuale del test AC-MT, di conseguenza una diminuzione del suo valore corrisponde ad un miglioramento. Osservando la Figura sottostante e la

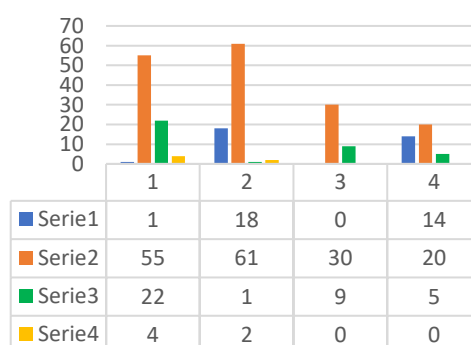


Figura 2: confronto sull'accuratezza nel gruppo sperimentale e di controllo

Tabella 2 si evince che tutti gli studenti sono migliorati e commettono meno errori, ma è presente un maggior perfezionamento nel gruppo sperimentale nel quale aumentano i soggetti nelle categorie sufficiente e ottimale e si azzerano nella richiesta d'intervento. Le attività didattiche basate sulla teoria dell'embodied cognition, svolte in palestra dal campione d'intervento, richiedevano la combinazione di abilità matematiche e motorie e possono aver avuto un effetto positivo per il coinvolgimento simultaneo di corpo e mente e per le grandi sollecitazioni ad attenzione e concentrazione, necessarie anche per lo svolgimento del test e dei compiti matematici. La Figura 3 mostra la suddivisione nelle quattro categorie a seconda del tempo totale che si è impiegato per lo svolgimento del test, confrontato con i cut off di riferimento; analizzando i due gruppi nei monitoraggi di ottobre e di maggio. Osservando la figura e i valori del chi quadro e P-value si nota che solo il gruppo sperimentale ha ottenuto un miglioramento significativo dopo i sette mesi. Inoltre, si può osservare dall'assenza di bambini in richiesta di attenzione e d'intervento, come in questa abilità in nessuna delle valutazioni si siano riscontrate situazioni di difficoltà.

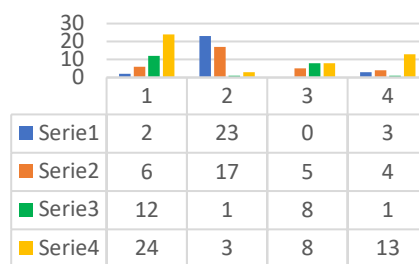


Figura 3: confronto sul tempo totale nel gruppo sperimentale e di controllo

La Figura 4 confronta la ripartizione nelle diverse categorie nel totale problemi nei due monitoraggi calcolata grazie al punteggio ottenuto nello svolgimento di cinque problemi. Essi sono stati svolti utilizzando il metodo insegnato in classe, scrivendo nell'apposito spazio a quadretti i passaggi ed i calcoli necessari per arrivare alla risoluzione. Dal grafico e dall'analisi statistica si può osservare come durante la prima somministrazione gli studenti abbiano incontrato grandi difficoltà nell'affrontare questa prova, che sono stati quasi completamente risolti nel corso dell'anno. In particolare, nel gruppo sperimentale si può notare un chi quadro molto più elevato ed un incremento maggiore di soggetti nelle categorie ottimale e sufficiente in corrispondenza di una grande diminuzione in richiesta di attenzione ed intervento. Anche se il miglioramento è stato significativo per entrambi i gruppi, le attività di educazione fisica incorporata proposte nel gruppo sperimentale dal progetto potrebbero essere la causa dei migliori benefici nel gruppo sperimentale perché nell'ambiente palestra attraverso queste lezioni è stata molto stimolata e utilizzata la capacità di problem solving.

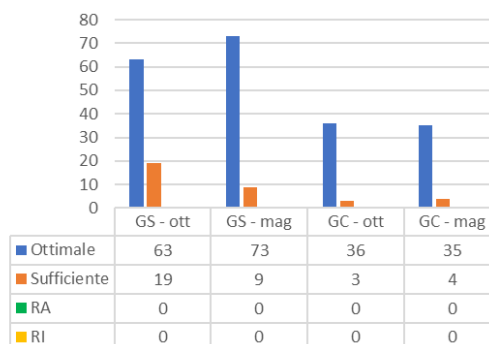


Figura 4: confronto sul totale problemi nel gruppo sperimentale e di controllo

## 5. Discussione

Il presente studio si è posto come obiettivo quello di verificare se l'embodied cognition possa essere considerata una metodica efficace per migliorare le performance cognitive e motorie dei bambini. Nello specifico, valutando se lo svolgere una didattica incorporata nell'ora di educazione fisica produca miglioramenti nei test e di conseguenza nelle abilità matematiche e motorie. Studi precedenti hanno evidenziato che l'apprendimento incarnato dovrebbe essere anche la pietra angolare dei programmi di educazione fisica (Thorburn, 2017), in quanto le classi durante la lezione di attività motoria sono impegnate, non solo fisicamente, ma anche cognitivamente, facilitando lo sviluppo nei bambini di competenze cognitive chiave, in particolare le funzioni esecutive e la capacità di autoregolamentazione (Rudd, 2019); sottolineando l'importanza dei gesti nell'apprendimento dei



concetti matematici (Alibali, 2012). Considerando la conta orale, la corrispondenza biunivoca, l'enumerazione, il conteggio e la rappresentazione delle cifre come alcune delle competenze matematiche che un allievo deve acquisire durante gli anni della Scuola Primaria si nota come, gli studenti, per poter conseguire e consolidare tali conoscenze, debbano avere la possibilità di sviluppare anche le abilità motorie che influenzano la comprensione e la padronanza dei concetti matematici citati precedentemente. Il processo di apprendimento matematico, soprattutto durante gli anni della Scuola Primaria, dovrebbe essere percettivo-motorio, attuandosi attraverso la percezione e l'azione motoria (Lakoff et al., 2005). Per quanto concerne i parametri cognitivi, dall'analisi dei nostri dati emerge una differenza significativa tra i dati del monitoraggio iniziale e finale per entrambi i gruppi, sia quello sperimentale che quello di controllo. Nel monitoraggio svolto al termine del progetto tutti i bambini sono migliorati, ma il campione sperimentale che ha svolto le lezioni di didattica incorporata presenta un miglioramento maggiore nei parametri: conoscenza numerica, accuratezza, tempo totale e totale problemi. In linea generale, lo studio conferma i risultati presenti in letteratura, ribadendo che le abilità cognitive migliorano in tutto il campione nel secondo monitoraggio rispetto al primo, ma nel gruppo d'intervento, in cui si integra l'attività motoria, adeguatamente strutturata e progettata in riferimento alla teoria dell'embodied cognition, è presente un incremento maggiore. Questo è stato osservato anche nella ricerca di Have, in cui conclusi i nove mesi del progetto tutti gli studenti potenziano le math skill, ma il gruppo d'intervento è migliorato in percentuale del 24,7% rispetto al 19% del gruppo di controllo (Have, 2018). I dati ottenuti in questo studio confermano i risultati di altri studi secondo cui il metodo di insegnamento integrato ha un effetto maggiore rispetto ai metodi di insegnamento tradizionali (Hraste, 2018). Si evidenzia in particolare che, in questo studio, solamente i bambini che hanno partecipato al protocollo sperimentale presentano un miglioramento significativo nel tempo totale dell'esecuzione del test. Inoltre, nel test sulla risoluzione dei problemi, prova che aveva creato grandi difficoltà durante la somministrazione avvenuta ad ottobre, i bambini del gruppo sperimentale hanno ottenuto un punteggio medio di 5,7 su 9, rispetto al 4,3 dei bambini che hanno continuato a svolgere una didattica tradizionale. Dal punto di vista motorio, non sono stati rilevate grandi differenze e/o variazioni ad eccezione dal parametro relativo alla fitness cardiorespiratoria. In entrambi i gruppi si registra un miglioramento significativo nel six minute walking test. Questo risultato è in accordo con lo studio secondo cui all'aumentare dell'età nel 6MWT aumentano i metri percorsi (Vandoni, 2018). L'aumento non significativo nello SBJ e nel 4X10m SRT potrebbe essere dovuto alla mancanza di un allenamento adatto, infatti forza e agilità migliorano maggiormente ad esempio con un allenamento di resistenza ad alta intensità. Questo potrebbe essere motivato dal fatto che uno sviluppo infantile sano è favorito attraverso una sufficiente attività fisica, limitando i comportamenti sedentari e mantenendo un sonno adeguato ma la pandemia COVID-19, vissuta durante il periodo di realizzazione di questo studio, ha limitato l'attività fisica nelle persone di tutte le età (Shahidi, 2020). In molti paesi le strutture sportive e ricreative, indoor e outdoor, come palestre, piscine pubbliche e parchi giochi, sono rimasti chiusi per lungo tempo. Uno studio ha dimostrato l'impatto negativo delle restrizioni del COVID-19 sull'attività motoria e sui comportamenti di gioco nei bambini e nei giovani: solo il 16,4% degli intervistati ha segnalato l'utilizzo di risorse online o app per mantenere comportamenti di movimento sani e solo l'1% ha praticato regolarmente attività fisica (Moore et al., 2020). Un'ulteriore ricerca è stata condotta su 2028 persone in un periodo di 10 giorni nel giugno 2020 durante la pandemia COVID-19. Le domande di indagine includevano la socio-demografia e un questionario per valutare l'attività fisica

e i comportamenti sedentari. I dati ricavati dimostrano che l'inattività fisica (600 MET-minuti/settimana) e altri comportamenti sedentari (8 h/giorno) hanno caratterizzato il 37,9% e il 20,9%, del campione soprattutto in età giovanile (Rahman et al., 2020).

## 6. Punti di forza e limiti

I principali punti di forza di questo studio sono l'aver suddiviso il campione in gruppo sperimentale e di controllo per poter valutare l'efficacia dell'intervento e le possibili analogie e differenze. Lo studio propone una didattica innovativa e valuta parametri cognitivi poco studiati. A livello italiano, infatti, pochi autori si sono occupati di tale argomento e metodologia d'insegnamento. Attualmente non vi è alcun protocollo definito per poter mettere in atto una didattica embodied efficace in merito all'apprendimento di concetti matematici. Tuttavia, appare chiaro come sia necessario prendere consapevolezza del ruolo che il corpo gioca nell'apprendimento (Nathan, 2017). I limiti dello studio consistono nel riadattamento del lavoro per conformarlo alle normative COVID-19 e il campione limitato, composto solo da 121 studenti. Tuttavia, vista la ridotta numerosità campionaria, la somministrazione dei test è stata svolta sempre dagli stessi operatori garantendo maggior precisione e rigore.

## 7. Conclusioni

Il presente studio ha permesso di ricavare sia gli indici motori, tramite test da campo validati (6MWT, SBJ, 4X10m SRT), sia gli indici di prestazione matematica attraverso la somministrazione del test AC-MT 6-11, del campione preso in esame. Mediante il progetto si è valutato se una didattica incorporata, basata sulla teoria dell'embodied cognition, svolta durante le ore di educazione motoria produca effetti positivi sulle abilità cognitive e sulla physical fitness. Tale ricerca ha dimostrato come, su un gruppo di bambini di età media pari a 7 anni, l'integrazione dell'attività fisica ha migliorato il rendimento accademico in matematica ed anche le abilità matematiche stesse. Inoltre, può essere una modalità didattica efficace per il mantenimento e consolidamento di un sano stile di vita (Have, 2018). Il suddetto studio, oltre a confermare la validità dell'attività fisica incorporata per migliorare le capacità matematica, è stato il primo a svolgere le attività nell'ambiente palestra. Concludendo è importante ricordare che è stato un anno complicato: non solo la didattica a distanza ma anche la prolungata chiusura della scuola e il confinamento in casa durante un focolaio di malattia potrebbe aver comportato effetti negativi sulla salute mentale e fisica dei bambini. Tali effetti negativi sulla salute si accentuano quando i bambini sono confinati nelle loro case senza attività all'aperto e interazione con i coetanei. Il contesto scolastico, senza dubbio, può contribuire alla promozione dell'attività fisica e al contrasto dell'inattività e della sedentarietà (Harrington et al., 2020). La scuola, con le sue diverse proposte formative, sembra giocare un ruolo fondamentale nella crescita complessiva dei bambini in vista della loro vita futura; quindi non solo per l'aspetto didattico/educativo, ma anche dal punto di vista motorio (Wang, Zhang Y., Zhao, Zhang J., & Jiang, 2020). Ulteriori ricerche future sono necessarie per verificare eventuali associazioni tra embodied cognition, competenze matematiche e capacità motorie, in fasce d'età diverse e con campioni di numerosità maggiore, il tutto per avvalorare la tesi secondo cui una didattica incorporata possa configurarsi come una nuova innovativa metodologia di insegnamento sia per quanto riguarda l'apprendimento di nozioni teoriche sia per lo sviluppo e consolidamento delle abilità motorie.

**Riferimenti bibliografici:**

- Alibali, M. W., & Nathan, M. J. (2012). Embodiment in mathematics teaching and learning: Evidence from learners' and teachers' gestures. *Journal of the learning sciences*, 21(2), 247-286.m
- Artero, E. G., España-Romero, V., Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Suni, J., Castillo-Garzon, M. J., & Ruiz, J. R. (2011). Reliability of field-based fitness tests in youth. *International journal of sports medicine*, 32(3), 159–169.
- Cornoldi, C., Lucangeli, D., & Bellina, M. (2012). AC-MT 6–11. *Test di valutazione delle abilità di calcolo e soluzione dei problemi*. Trento: Erickson.
- Cosentino, E., Vazzano, S. (2007). *I segni del soggetto*. Carocci editore.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(6), 1197.
- Erikson, K. I., Ballard R. M., Bloodgood, B., Conroy, D. E., Hillman, C., Macko, R., Marquez, D. X., Petruzzello, S. J., Powell, K. E., & Stillman C. M. (2018). Physical Activity, Cognition, and Brain Outcomes: A Review of the 2018 Physical Activity Guidelines. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Med Sci Sports Exerc.*, 51 (6): 1242–1251.
- Gallagher, S., & Lindgren, R. (2015). Enactive metaphors: Learning through full-body engagement. *Educational Psychology Review*, 27(3), 391-404.
- Gallese, V., & Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in cognitive sciences*, 2(12), 493–501.
- Harle, R. (2006). Disembodied Consciousness and the Transcendence of the Limitations of the Biological Body. *Janus Head*, 9(2), 589-603.
- Harrington, D. M., & O'Reilly, M. (2020). The reimagination of school-based physical activity research in the COVID-19 era. *PLoS medicine*, 17(8), e1003267.
- Have, M., Nielsen, J. H., Ernst, M. T., Gejl, A. K., Fredens. K., Grøntved, A., & Kristensen, P. K. (2018). Classroom-based physical activity improves children's math achievement – A randomized controlled trial. *Plos one*, December 17.
- Hraste, M., De Giorgio, A., Granić, I., Jelaska, P. M., & Padulo, J. (2018). When mathematics meets physical activity in the school-aged child. The effect of an integrated motor and cognitive approach to learning. *Plos One*, 13(8): e0196024
- Lakoff, G., & Nunez, R. (2005). Da dove viene la matematica, Come la mente embodied dà origine alla matematica [Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being]. (O. Robutti, F. Ferrara & C. Sabena, Trans.). *Torino: Bollati Boringhieri*. (Original work published 2000).
- Li, A. M., Yin, J., Yu, C. C., Tsang, T., So, H. K., Wong, E., Chan, D., Hon, E. K., & Sung, R. (2005). The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J., Jun*; 25(6):1057-60.
- Moore, S. A., Faulkner, G., Rhodes, R. E., Brussoni, M., Chulak-Bozzer, T., Ferguson, L. J., Mitra, R., O'Reilly, N., Spence, C. J., Vanderloo, L. M., & Tremblay, M. S. (2020). Impact of the COVID-19 virus outbreak on movement and play behaviours of Canadian children and youth: a national survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 1-11.

- Mullender-Wijnsma, M. J., Bosker, R. J., Doolaard, S., Greeff, J. W., Hartman, E., & Visscher, C. (2016). Physically Active Math and Language Lessons Improve Academic Achievement. A Cluster Randomized Controlled Trial. *Official Journal of the American academy of pediatrics*, 137 (3) e20152743
- Nathan, M. J., & Walkington, C. (2017). Grounded and embodied mathematical cognition: Promoting mathematical insight and proof using action and language. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(1), 9.
- Paloma, F. G. (2013). *Embodied Cognitive Science. Atti incarnati della didattica*. Roma: Nuova cultura.
- Rahman, M. E., Islam, M. S., Bishwas, M. S., Moonajilin, M. S., & Gozal, D. (2020). Physical inactivity and sedentary behaviors in the Bangladeshi population during the COVID-19 pandemic: An online cross-sectional survey. *Heliyon*, 6(10), e05392.
- Rio, L., Damiani, P., & Paloma F. G. (2015). Embodied processes between maths and gross-motor skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3805-3809.
- Rudd, J. R., O'Callaghan, L., & Williams, J. (2019). Physical Education Pedagogies Built upon Theories of Movement Learning: How Can Environmental Constraints Be Manipulated to Improve Children's Executive Function and Self-Regulation Skills?. *International journal of environmental research and public health*, 16(9), 1630.
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jimenez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British journal of sports medicine*, 45(6), 518–524.
- Shahidi, S. H., Stewart Williams, J., & Hassani, F. (2020). Physical activity during COVID-19 quarantine. *Acta Paediatrica*, 109(10), 2147-2148.
- Thorburn, M., & Stolz, S. (2017). Embodied learning and school-based physical culture: Implications for professionalism and practice in physical education. *Sport, Education and Society*, 22(6), 721-731.
- Tonelli, L. (2019). Movimento e apprendimento: percorso sull'introduzione alla moltiplicazione attraverso attività di movimento e manipolazione di oggetti (Doctoral dissertation, Scuola universitaria professionale della Svizzera Italiana (SUPSI)).
- Valentini, M., Ciacci, L., & Federici, A. (2016). Attività motoria e rendimento scolastico. *Teorie e modelli didattici*, volume 2, numero 2.
- Vandoni, M., Correale, L., Puci, M. V., Galvani, C., Codella, R., Togni, F., Torre, A., Casolo, F., Passi, A., Orizio, C., & Montomoli, C. (2018). Correction: Six minute walk distance and reference values in healthy Italian children: A cross-sectional study. *PloS one*, 13(11), e0208179.
- van't Noordende, J. E., Volman, M. C. J., Leseman, P. P., & Kroesbergen, E. H. (2017). An Embodiment Perspective on Number–Space Mapping in 3.5-Year-Old Dutch Children. *Infant and Child Development*, 26(3), e1995.
- Wang, G., Zhang, Y., Zhao, J., Zhang, J., & Jiang, F. (2020). Mitigate the effects of home confinement on children during the COVID-19 outbreak. *The Lancet*, 395(10228), 945-947
- Wilson, M. (2002). *Six views of embodied cognition*. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 625–636.
- Wilson, R. A., & Foglia, L. (2011). Embodied Cognition. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford encyclopedia of philosophy*.