

Educational content to improve cognitive function: relationship between physical education and attention

Contenuti didattici finalizzati al miglioramento delle funzioni cognitive: tra educazione fisica e attenzione

Nicola Lovecchio

Università degli Studi di Bergamo / Dipartimento di Scienze umane e Sociali

Edoardo Pittaluga

Istituto Comprensivo A.B. Sabin, Milano



Double blind peer review

Citation: Lovecchio, N. & Pittaluga, E. (2024). Educational content to improve cognitive function: relationship between physical education and attention. *Italian Journal of Educational Research*, 33, 285-293.
<https://doi.org/10.7346/sird-022024-p285>

Corresponding Author: Nicola Lovecchio
Email: nicola.lovecchio@unibg.it

Copyright: © 2024 Author(s). This is an open access, peer-reviewed article published by Pensa Multimedia and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. IJEDR is the official journal of Italian Society of Educational Research (www.sird.it).

Received: April 25, 2024

Accepted: December 10, 2024

Published: December 20, 2024

Pensa MultiMedia / ISSN 2038-9744
<https://doi10.7346/sird-022024-p285>

Abstract

This study focuses on the effect of an intensified physical education program on the attentional function of middle school students. Based on previous research, the investigation aims to assess whether increased hours of physical education, with a focus on cognitive and team activities, can positively influence students' executive functions. Four classes in a Milan middle school were involved: two followed a standard program of 2 hours per week of physical education, while the other two followed 4 hours per week with a more team-play and cognitive-skills oriented approach. Results show that the group with greater involvement in physical activity experienced improved in speed and accuracy of attention compared with the control group. This suggests that an integrated approach to physical education, including cognitive and strategic challenges, can improve students' executive functions. These results are of interest for the design of educational content aimed at improving academic performance through physical activity. They also highlight the importance of considering physical activity as an integral part of the educational experience, rather than relegating it to a mere physical outlet such that the discipline can contribute significantly to students' cognitive development and learning.

Keywords: Attention, Physical Education, Anticipation, Preadolescents.

Riassunto

Questo studio si è concentrato sull'effetto di un programma intensificato di educazione fisica sulla funzione attentiva degli studenti delle scuole medie. Basata su ricerche precedenti l'indagine si propone di valutare se un aumento delle ore di educazione fisica, con un focus su attività cognitive e di squadra, possa influenzare positivamente le funzioni esecutive degli studenti. Quattro classi di una scuola secondaria milanese sono state coinvolte: due hanno seguito un programma standard di 2 ore settimanali di educazione fisica, mentre le altre due hanno seguito 4 ore settimanali con un approccio più orientato al gioco di squadra e alle abilità cognitive. I risultati mostrano che il gruppo con un maggiore coinvolgimento in attività fisica ha registrato miglioramenti significativi nella velocità e nell'accuratezza dell'attenzione rispetto al gruppo di controllo. Questo suggerisce che un approccio integrato all'educazione fisica, che include sfide cognitive e strategiche, può migliorare le funzioni esecutive degli studenti. Questi risultati sono interessanti per la progettazione di contenuti educativi che mirino a migliorare le prestazioni accademiche attraverso l'attività fisica. Inoltre, evidenziano l'importanza di considerare l'attività fisica come parte integrante dell'esperienza educativa, anziché relegarla a un semplice sfogo fisico tale per cui la disciplina possa contribuire significativamente allo sviluppo cognitivo e all'apprendimento degli studenti.

Parole chiave: Attenzione, Educazione Fisica, Anticipazione, Preadolescenti.

Introduzione

L'importanza dell'attività fisica nello sviluppo cognitivo e sociale dei giovani è oggetto di interesse da parte di molti studiosi (Bailey, 2006). Consolidato è il positivo legame tra pratica fisica e benessere mentale (Hillman et al., 2008): oltre al benessere psicologico (effetti significativi sull'autostima, sulla gestione dello stress, dell'ansia e della depressione) lo sport, infatti, fornisce un contesto stimolante per le interazioni sociali (Giuriato et al., 2018), sia spontanee che strutturate. Attraverso attività di gioco e di sport (Lovecchio, 2023) i giovani possono apprendere comportamenti appropriati e sviluppare abilità relazionali (Di Palma et al., 2017): sempre e solo se opportunamente mediati da un adulto educatore (Lovecchio & Ronchi, 2019).

In questo contesto l'educazione fisica scolastica rappresenta un'opportunità unica per promuovere la pratica in gruppo (classe) offrendo un accesso ampio e omogeneo (auspicabile!) ad una popolazione eterogenea in cui la pressione competitiva esterna viene ridotta.

Allo stesso tempo, l'aumento significativo delle diagnosi di Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) e di Sindrome da Deficit di Attenzione e Iperattività (ADHD) ha sollecitato l'interesse delle comunità di pratica per potenziare l'acquisizione delle funzioni esecutive: sembrerebbero esserci influenze positive sulle performance cognitive a seguito di esercizi aerobici, sia in acuto sia in cronico (Biino, 2020; Corsi et al., 2023; Sorrentino 2020; Hogan et al., 2013). Legami positivi tra pratica fisico-motoria-sportiva e risultati accademici sono stati rilevati anche in contesti formativi diversi da quello italiano: sia nel sistema scolastico americano (Bass et al., 2013) sia in quello tedesco (Trudeau & Shephard, 2008). Interessanti anche le esperienze di inserimento di pause di movimento (active breaks) per migliorare l'attenzione e il comportamento in classe (Ruhland & Lange, 2021). All'interno di questo panorama di valorizzazione del nucleo primario del ragionamento (performance cognitiva) che ci permette di gestire il rapporto con la realtà (Baggetta & Alexander, 2016); l'attenzione è una delle fondamentali dimensioni per un proficuo lavoro intellettuale. Infatti, l'attenzione selettiva è cruciale per indirizzare il soggetto verso stimoli rilevanti (Carter et al., 1999) ignorando distrazioni e definendo, quindi, una dimensione che è presupposto/substrato adeguato al successo scolastico. Yli-Krekola et al. (2009) hanno dimostrato come l'attenzione selettiva influenzi l'apprendimento e, in particolare, è emerso che una maggiore capacità di attenzione possa migliorare il processo di acquisizione di nuove conoscenze. Uno studio canadese ha dimostrato, infatti, che attività fisica svolta ad alta intensità (per soli 4 minuti) migliora, significativamente, la capacità di attenzione selettiva (misurata attraverso il d2 Test of Attention; Brickenkamp e Zilmer, 1998) di studenti di età compresa tra i 9 e gli 11 anni, favorendo, conseguentemente, la creazione, all'interno della classe, di un ambiente più favorevole all'apprendimento (Ma et al., 2015). Similmente, ragazzi di età compresa tra i 13 e i 16 anni con 10 minuti di attività fisica giornaliera hanno migliorato, in acuto, la performance di concentrazione e attenzione in ambito scolastico (Budde et al., 2008). In particolare, gli autori hanno rilevato che, tra un esercizio fisico generico e uno a forte carattere coordinativo, i miglioramenti maggiori vengono ottenuti dopo l'attività specifica che stimola il sistema nervoso centrale.

In Germania, un ulteriore studio, condotto su 90 alunni con età media 11 anni, ha indagato la ricaduta attentiva di una lezione di educazione fisica – a carattere coordinativo della durata di 45 minuti – rispetto ad una tradizionale lezione di lingua madre: i risultati hanno evidenziato miglioramenti in entrambi i gruppi, ma i partecipanti alla lezione di educazione fisica hanno mostrato progressi più ampi ed evidenti, sia per quanto riguarda il focus attentivo sia per quanto concerne la velocità di esecuzione del compito (Schmidt et al., 2015).

Questo report, in analogia agli studi europei, ha voluto verificare come un'attività di educazione fisica potenziata (raddoppio delle ore settimanali) e specificatamente progettata per promuovere attività non esclusivamente di tipo prestativo (i.e. scatti o corse di lunga durata) ma con impegno cognitivo (i.e. giochi di squadra), dove le funzioni esecutive sono ipso facto stimolate, possa essere un utile medium per innalzare le performance cognitive di alunni in fase di maturazione cognitiva così che si possa auspicare una ricaduta positiva sui presupposti dei risultati scolastici.

Materiale e metodi

Soggetti

Per lo svolgimento di questo studio sono state coinvolte quattro classi di scuola secondaria di I grado di un istituto milanese: due classi prime e due seconde.

In particolare, una classe prima e una classe seconda hanno svolto, secondo il curricolo di Istituto, 4 ore settimanali di educazione fisica, mentre le altre classi sono state appaiate per età come gruppo di controllo svolgendo le ministeriali 2 ore settimanali.

In tabella 1 è mostrata la sintesi della distribuzione del campione dei 75 alunni.

Gruppo	M	F	tot
Sperimentale	29	12	41
Controllo	19	15	34

Tab. 1 Suddivisione del campione nei sottogruppi e secondo sesso

Procedura

Gli studenti sono stati sottoposti a un test di tipo attentivo (Biancardi & Stoppa, 1997): una prima volta a inizio ottobre e una seconda volta a dicembre. Nel periodo di tempo trascorso fra la prima e la seconda somministrazione sono state svolte le regolari ore di educazione fisica previste dalla progettazione scolastica con particolare riguardo alla scelta dei contenuti: proposte con ampio coinvolgimento di tipo cognitivo con esercitazioni di agilità e giochi di respinta (i.e. circuiti coordinativi, pallavolo, badminton) che richiedono un'alta componente tattica e anticipatoria (Lovecchio, 2022). Infatti, si ritiene che attività dal carico cognitivo (cioè che impegnano il soggetto nel prendere decisioni – decision making – rispetto ad un ambiente mutevole) e proposte che sollecitino maggiore il sistema nervoso centrale per gestire movimenti di coordinazione, possano produrre un maggiore miglioramento sulle performance cognitive degli individui, specialmente in età evolutiva (Pesce et al., 2009; Suzuki, 2017; Jackson & McNamara, 2013).

In particolare, le lezioni di educazione fisica per il gruppo sperimentale hanno visto la proposta di contenuti a carattere coordinativo, con particolare enfasi su esercizi e giochi di anticipazione, che potessero stimolare la componente cognitiva per la risoluzione motoria di una situazione-problema (Giunta, 2020). Nello specifico sono stati utilizzati giochi di lancio e rilancio (anche detti di respinta) con palloni di diverse forme e dimensioni (che implicano la valutazione delle traiettorie), attività propedeutiche alla pallavolo e al badminton (cioè sfide semi-prevedibili, Coelho et al., 2007), esercitazioni basate sulla capacità di reazione (Bekkering et al., 1994) e sulla capacità di anticipazione motoria (Loffing & Cañal-Bruland, 2017). Nello svolgimento delle lezioni sono stati razionalmente esclusi contenuti/esercitazioni di carattere aerobico (i.e. corsa) o proposte inerenti le componenti condizionali (i.e. circuit training), i cui effetti sull'attenzione non sono significativi e imputabili in parte all'aumentata irrorazione sanguigna della parte frontale dell'encefalo (Shirzad et al., 2022). Da un punto di vista didattico sono stati privilegiati lavori in coppia e a terne, consentendo, in questo modo, un coinvolgimento attivo e costante (riduzione dei tempi di inattività) e sempre sfidante le decisioni in contesto.

A questo riguardo gli sport di squadra – in cui bisogna anticipare le volontà degli avversari per impedirne le azioni – sono già stati considerati particolarmente efficaci (Araujo et al., 2009) perché impegnano cognitivamente i soggetti nell'analisi del contesto (environment) proprio per individuare gli elementi dello spazio (stimoli) che sono (o non sono) rilevanti per intraprendere azioni efficaci (decisione di muoversi) rispetto al proprio scopo.

Data la novità didattica introdotta, lo stile di insegnamento del docente è stato direttivo con presentazione del compito e richieste esecutive (Colella, 2018). Talvolta il docente ha spostato il suo intervento verso lo stile della pratica e la reciprocità fra allievi (Fernández & Espada, 2021).

Test attentivo

Il test psicométrico sottoposto ai ragazzi e volto a dare una misura alla funzione cognitiva dell'attenzione è stato il test delle campanelle di Biancardi e Stoppa (1997). In breve, sono stati presentati quattro differenti fogli, ognuno dei quali contenente trentacinque campanelle casualmente mischiate ad altre figure rappresentanti oggetti animati e inanimati (i.e. case, alberi, cavalli, pesci...). Ogni soggetto ha avuto il compito di individuare (barrare o cerchiare) le campanelle presenti nel foglio il più velocemente possibile.

Il soggetto, secondo protocollo, non è stato edotto sul tempo a disposizione per la ricerca, sul numero di campanelle presenti né di quanti fogli gli sarebbero stati sottoposti. In particolare, il tempo a disposizione del soggetto è stato di due minuti per foglio in cui la successione dei quattro ha limitato il più possibile le pause.

Il somministratore, nella fattispecie, ha avuto l'accortezza di registrare due dati: il numero di campanelle individuate nei primi 30s (punteggio di rapidità) e quelle trovate nei successivi 90s. Questi due conteggi sommati permettono poi di determinare il totale di individuazioni definito come punteggio di accuratezza.

Analisi dati

Il numero di campanelle individuato (nei primi 30 e come totale sui 120 s) è stato stratificato secondo il gruppo di appartenenza (controllo e sperimentale) e secondo il periodo (pre e post sperimentazione). La normalità è stata verificata con il test di Shapiro-Wilk per orientare la successiva analisi parametrica (Anova a due vie) o non parametrica (Manova). I dati fra ragazzi di 10-11 anni (classi prime) e 11-12 (classi seconde) sono stati analizzati separatamente perché il test di attenzione dipende dalla maturazione e sviluppo cognitivo legato anche all'avanzamento del percorso scolastico (Schul et al., 2003). Non sono state realizzati confronti per genere perché – al contrario delle performance di carattere fisiologico – l'outcome cognitivo non è sesso-specifico (Biederman e tal., 2005). Per le analisi è opportuno riportare i cut-off di normalità nel riconoscimento delle campanelle (velocità e accuratezza) secondo età (11 e 12 anni) in accordo con quanto riportato dagli ideatori: rispettivamente; 63,20/130,3 e 63,30 e 128,4.

Risultati

La distribuzione dei dati non è risultata distribuita normalmente tale per cui l'inferenza statistica è stata applicata con un test Manova (età per gruppo). La figura 1, nella fattispecie, mostra i risultati di velocità nell'individuazione delle campanelle nei primi 30 s per le classi prime, età 11 anni: il gruppo sperimentale, prima dell'intervento, non mostra differenze significative ($p>0.05$) rispetto al gruppo di controllo mentre dopo i due mesi di educazione fisica raddoppiata, mostra un livello significativamente maggiore ($p=0.03$). Interessante, invece, come dopo le 4 settimane di educazione fisica entrambi i gruppi superino il livello di sorveglianza clinica (cioè 63,2).

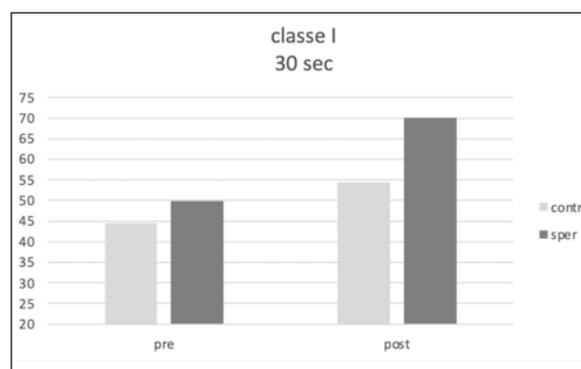


Fig. 1. Numero di campanelle individuate nei primi 30 s (velocità di ricerca) dai due gruppi delle classi prime; prima e dopo le 8 settimane di intervento. Differenze significative rilevate nei livelli post sperimentazione

Considerando il numero totale di campanelle individuate nei 120 s (accuratezza), il gruppo sperimentale mostra livelli significativamente più alti sia nella misura pre-sperimentazione sia post (rispettivamente $p=0.03$ e $p=0.01$). Solo il gruppo sperimentale, in questo caso, raggiunge il cut-off di non-attenzione clinica (130,3) per le campanelle individuate.



Fig. 2. Numero di campanelle individuate nei 120 s (accuratezza di ricerca) dai due gruppi delle classi prime; prima e dopo le 8 settimane di intervento

Lo stesso andamento qualitativo è ravvisabile anche per le classi seconde (fig. 3 e 4) dove però in nessuna misura vi è una differenza significativa tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo ($p>0.05$). Dopo le 4 settimane di educazione fisica entrambi i gruppi superano il livello di sorveglianza clinica (63,3) per quanto riguarda la velocità di ricerca. Considerando l'accuratezza (totale campanelle individuate nei 120 s) entrambi i gruppi superano il livello di attenzione (128,4) con un chiaro scarto ravvisabile sul campione sperimentale.

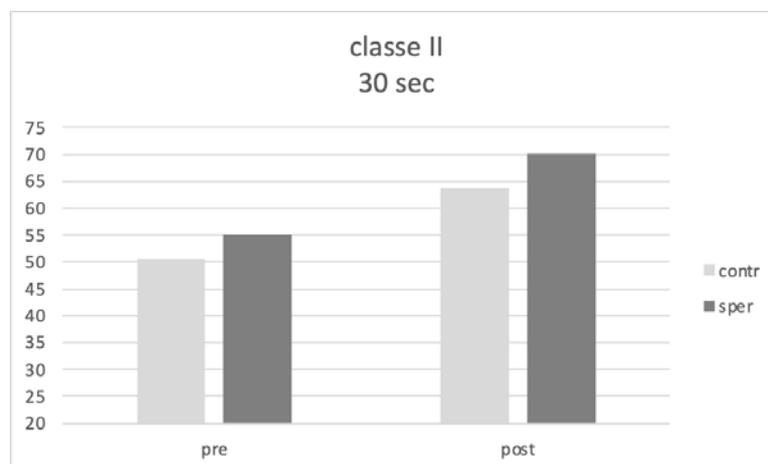


Fig. 3. Numero di campanelle individuate nei primi 30 s (velocità di ricerca) dai due gruppi delle classi seconde; prima e dopo le 8 settimane di intervento

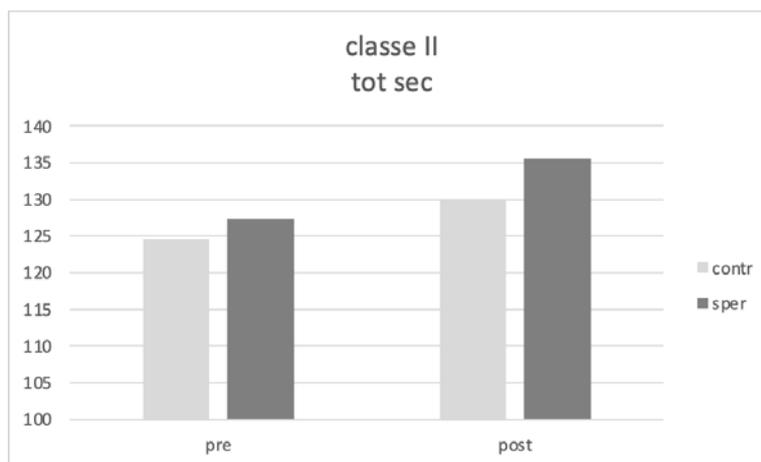


Fig. 4. Numero di campane individuate nei 120 s (accuratezza di ricerca) dai due gruppi delle classi prime; prima e dopo le 8 settimane di intervento

Discussione

All'interno delle funzioni esecutive, un ruolo di primaria importanza lo svolge l'attenzione, in particolare quella selettiva, ovvero l'abilità di focalizzarsi su stimoli rilevanti in relazione al compito da svolgere ignorando, allo stesso tempo, tutto ciò che potrebbe distrarre dall'obiettivo finale. (Bedard et al. 2003, Carter et al., 1995).

Alcuni studi hanno indagato l'impatto dell'esercizio fisico sulla capacità di attenzione: Spitzer e Hollman (2013) hanno condotto uno studio su alunni tedeschi frequentanti la scuola secondaria di I grado volto a verificare gli effetti dell'introduzione di lezioni aggiuntive di attività fisica (della durata di 45 minuti per tre volte alla settimana e calendarizzate a inizio giornata) sull'attenzione; evidenziando una tendenza al miglioramento.

Uno studio condotto da Vanhelst et al. (2016) che ha coinvolto 273 adolescenti di diversi paesi europei, tra cui Spagna, Francia, Grecia e Germania, ha indagato la relazione tra la pratica di attività fisica e la capacità di attenzione. La ricerca ha portato alla conclusione secondo la quale esiste un effetto positivo dell'attività fisica sulla capacità di attenzione in età adolescenziale purchè abbia una durata di almeno 58 minuti.

Risulta, pertanto, fondamentale, in ambito scolastico, individuare e proporre contenuti che possano, da un lato, stimolare, potenziare e quindi consolidare la capacità di attenzione dei ragazzi (al fine di consentire loro di auto-escludere i distrattori) per focalizzarsi sulle informazioni rilevanti (e quindi rielaborarle per produrre adeguate risposte rispetto al contesto) e, dall'altro, catturare/coinvolgere e avvicinare gli studenti alla didattica che, sempre in numero maggiore, presentano deficit di attenzione, e profili cognitivi caratterizzati da risibile memoria di lavoro.

Inoltre, questa specifica dimensione cognitiva, nelle sue declinazioni di rapidità e accuratezza, è oggi richiesta agli studenti delle scuole di ogni ordine e grado, la cui didattica dovrebbe essere incentrata e particolarmente orientata, secondo le indicazioni del Ministero e della Comunità Europea, allo sviluppo del pensiero computazionale cioè quel processo mentale che consente di risolvere problemi seguendo razionali/logiche e applicando strumenti specifici all'interno di una pianificazione strategica che nei fatti è un processo logico creativo che viene messo in atto (più o meno consapevolmente) nella vita quotidiana per risolvere problemi (Domenici & Frabboni, 2007).

A questo proposito, la ricerca condotta ha evidenziato che una ponderata modifica dei contenuti all'interno del curriculum della scuola secondaria di I grado abbia un impatto positivo sulla capacità attentiva degli studenti, sia nella dimensione di rapidità sia di accuratezza: il gruppo sperimentale ha ottenuto miglioramenti maggiori nel test di attenzione proposto, uscendo dalla soglia di rilevanza clinica dei disturbi di attenzione.

Di particolare importanza, per questo studio, è il fatto che l'attività proposta agli studenti è stata carat-

terizzata da un alto contenuto tattico, strategico, anticipatorio e situazionale (Lovecchio, 2022), proprio per stimolare la capacità degli studenti di recepire le migliori informazioni dall'ambiente esterno evadendo quelle poco rilevanti. Si è dunque volutamente ridotta la proposta motoria basata solo su espressioni di abilità prestantive di tipo fisiologico (Dagrada et al., 2023): seppur in assenza di un altro gruppo di controllo che non abbia eseguito alcuna attività (del resto impossibile da realizzare durante il periodo scolastico) si può suggerire che contenuti di gioco/sport con carico cognitivo siano da preferire nel contesto scolastico per favorire miglioramenti trasversali come quello dell'attenzione.

Infatti, come riportato dalla letteratura, lavorare su contenuti di questo genere consente di impattare positivamente anche sulla didattica in aula beneficiando di alunni maggiormente allenati a risolvere problemi, cooperare e prestare attenzione (Becker et al., 2018).

Dall'analisi dei dati emerge un interessante fattore: i miglioramenti più evidenti vengono ottenuti nella dimensione rapidità dell'attenzione, ovvero nella capacità di essere focalizzati sul compito per un breve periodo (30 secondi, nel caso del test proposto). Questo risulta particolarmente utile agli operatori scolastici se letto nel più ampio quadro all'interno del quale ci si ritrova a lavorare: la società di oggi sottopone i ragazzi, e non solo, a stimoli di brevissima durata, durante i quali l'attenzione viene catturata da immagini, suoni e colori per un ridottissimo intervallo di tempo, dopo il quale si viene invitati a cambiare contenuto, che sarà proposto secondo le medesime modalità (Tripathi, 2023). Alla luce di questa cornice, appare evidente come i ragazzi siano più capaci di ottenere migliori risultati nel breve periodo piuttosto che nel lungo periodo. Evidente è come il miglioramento al termine dell'intervento sia decisamente più marcato per il gruppo sperimentale che ha praticato un numero maggiore di ore di educazione fisica, a riprova del fatto che l'attività motoria, inserita in un progetto formativo e educativo non casuale, sia di strategica importanza per lo sviluppo armonico di tutte le dimensioni della personalità degli allievi. Il dato diventa di strategica importanza per i docenti e per coloro che operano in ambiente scolastico: proporre attività che impegnino l'alunno per un tempo adeguato alle sue capacità attentive consentirà, da un lato, all'allievo di esprimersi al meglio e di affrontare un task adeguato alle sue competenze e, dall'altro, all'insegnante di mettere gli studenti nelle migliori condizioni per imparare.

D'altro canto, compito dell'Istituzione scolastica e degli insegnanti, sarà quello di allenare gli alunni a prolungare il tempo di attenzione che riescono a sostenere e, pertanto, il lavoro sinergico dei Consigli di Classe sarà quello, progressivamente, di far affrontare ai propri discenti attività che li impegnino sempre più a lungo. A questo proposito, infatti, i dati che emergono dalla ricerca condotta possono condurre ad affermare che un'attività motoria e fisica strutturata e appositamente pensata può risultare benefica anche sulla dimensione dell'accuratezza dell'attenzione.

Probabilmente, come già dichiarato da altri autori (Basso & Suzuki, 2017), l'attività fisica non proposta come semplice atto trasmissivo e riproduttivo (Colella, 2018) diviene sfidante e quindi *allenante* per la mente.

In conclusione, è possibile affermare che l'educazione fisica dovrebbe essere proposta evitando l'obsoleta pratica di forme sportive dal carattere competitivo (seppur attenuato) e basate su valutazioni delle abilità fisiche perchè in realtà (come evidenziato da questa breve ricerca) gli obiettivi di apprendimento possono (e devono) essere molto più ampi attribuendo un ruolo cruciale alla disciplina che ha potenzialità realmente rispettose dell'unitarietà della persona (Yi, 1995).

A questo proposito, sarebbe opportuno che le ore di educazione fisica scolastica fossero previste all'inizio delle giornate per sfruttarne al meglio i benefici dimostrati da questa ricerca (Trudeau & Shephard, 2008) e non, come purtroppo spesso accade, al termine delle giornate per consentire ai ragazzi di "sfogarsi".

In conclusione, le prove disponibili indicano che l'attività fisica svolge un ruolo cruciale nello sviluppo delle funzioni esecutive e nell'ottimizzazione dell'apprendimento (Lovecchio, 2022; Singh et al., 2019) e quindi di tutta l'esperienza scolastica.

Bibliografia

Araujo, D., Davids, K., Chow, J., & Passos, P. (2009). The development of decision making skill in sport: an ecological dynamics perspective. *Perspectives on cognition and action in sport*, 157-169.

- Baggetta, P., & Alexander, P. A. (2016). Conceptualization and operationalization of executive function. *Mind, Brain, and Education*, 10(1), 10-33.
- Bailey, R. (2006). Physical education and sport in schools: A review of benefits and outcomes. *Journal of school health*, 76(8), 397-401.
- Bass, R. W., Brown, D. D., Laurson, K. R., & Coleman, M. M. (2013). Physical fitness and academic performance in middle school students. *Acta paediatrica*, 102(8), 832-837.
- Basso, J. C., & Suzuki, W. A. (2017). The effects of acute exercise on mood, cognition, neurophysiology, and neurochemical pathways: a review. *Brain Plasticity*, 2(2), 127-152.
- Becker, D. R., McClelland, M. M., Geldhof, G. J., Gunter, K. B., & MacDonald, M. (2018). Open-skilled sport, sport intensity, executive function, and academic achievement in grade school children. *Early Education and Development*, 29(7), 939-955.
- Bekkering, H., Adam, J. J., Kingma, H., Huson, A., & Whiting, H. T. A. (1994). Reaction time latencies of eye and hand movements in single-and dual-task conditions. *Experimental brain research*, 97, 471-476.
- Biancardi, A., & Stoppa, E. (1997). Il test delle Campanelle modificato: una proposta per lo studio dell'attenzione in età evolutiva. *Psichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza*, 64(1), 73-84.
- Biederman, J., Kwon, A., Aleardi, M., Chouinard, V. A., Marino, T., Cole, H., Mick, E., & Faraone, S. V. (2005). Absence of gender effects on attention deficit hyperactivity disorder: findings in nonreferred subjects. *The American journal of psychiatry*, 162(6), 1083-1089.
- Biino, V. (2020). L'attività fisica correlata alle funzioni esecutive: studi e applicazioni in ambito scolastico. *RicercaAzione*, 12(1), 149-166.
- Brickenkamp, R., & Zilmer, E. (1998). *d2 Test of Attention* (d2). APA PsycTests.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraszyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience letters*, 441(2), 219-223.
- Carter, C. S., Botvinick, M. M., & Cohen, J. D. (1999). The contribution of the anterior cingulate cortex to executive processes in cognition. *Reviews in the Neurosciences*, 10(1), 49-58.
- Coelho, R. W., De Campos, W., Silva, S. G. D., Okazaki, F. H. A., & Keller, B. (2007). Imagery intervention in open and closed tennis motor skill performance. *Perceptual and Motor Skills*, 105(2), 458-468.
- Colella, D. (2018). Physical Literacy e stili d'insegnamento. Ri-orientare l'educazione fisica a scuola. *Formazione & insegnamento*, 16(1 Suppl.), 33-42.
- Corsi, F., Pitozzi, V., & Montagnoli, A. P. (2023). Il miglioramento delle funzioni esecutive in soggetti con adhd attraverso l'attività motoria. *Educare.it*, 23(10), 44-57.
- Dagrada, M., Lovecchio, N., Del Bianco, M., Giuriato, M., & Pittaluga, E. (2023). Differenze attentive e motorie tra discipline open e closed skills. *Strength & Conditioning*, 42(1), 74-81.
- Di Palma, D., Ascione, A., & Cassese, F. P. (2017). Gestire lo sport per uno sviluppo educativo. *Italian Journal of Educational Research*, (18), 59-66
- Domenici, G., & Frabboni, F. (2007). *Indicazioni nazionali per il Curricolo*. Trento: Erickson.
- Fernández, M., & Espada, M. (2021). Knowledge, Education and Use of Teaching Styles in Physical Education. *International Journal of Instruction*, 14(1), 379-394.
- Giunta, I. (2020). L'anticipazione: Tra poetica e pragmatica dell'azione. *Formazione & insegnamento*, 18(1 Tome I), 92-106.
- Giuriato, M., Pugliese, L., Caumo, A., La Torre, A., & Lovecchio, N. (2018). Attività motoria e aspetti sociali. *Sport & Medicina*, 35(2), 18-23.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature reviews neuroscience*, 9(1), 58-65.
- Hogan, M., Kiefer, M., Kubesch, S., Collins, P., Kilmartin, L., & Brosnan, M. (2013). The interactive effects of physical fitness and acute aerobic exercise on electrophysiological coherence and cognitive performance in adolescents. *Experimental brain research*, 229, 85-96.
- Jackson, G. T., & McNamara, D. S. (2013). Motivation and performance in a game-based intelligent tutoring system. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1036.
- Loffing, F., & Cañal-Bruland, R. (2017). Anticipation in sport. *Current opinion in psychology*, 16, 6-11.
- Lovecchio, N. (2022). Sport Practice and Improvement in Executive Function. *Italian Journal of Health Education, Sport and Inclusive Didactics*, 6(1).
- Lovecchio, N. (2023). *Il gioco dell'allenamento. Verso una modalità ludica dell'allenamento*. Venezia: Marcianum Press.
- Lovecchio, N., & Ronchi, G. (2019). Educazione e sport. EF. *La rivista di Educazione Fisica, Scienze Motorie e Sport*, 9 (3), 5-7.
- Ma, J. K., Le Mare, L., & Gurd, B. J. (2015). Four minutes of in-class high-intensity interval activity improves selective attention in 9-to 11-year-olds. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 40(3), 238-244.

- Pesce, C., Crova, C., Cereatti, L., Casella, R., & Bellucci, M. (2009). Physical activity and mental performance in preadolescents: Effects of acute exercise on free-recall memory. *Mental Health and Physical Activity*, 2(1), 16-22.
- Ruhland, S., & Lange, K. W. (2021). Effect of classroom-based physical activity interventions on attention and on-task behavior in schoolchildren: A systematic review. *Sports medicine and health science*, 3(3), 125-133.
- Schmidt, M., Egger, F., & Conzelmann, A. (2015). Delayed positive effects of an acute bout of coordinative exercise on children's attention. *Perceptual and Motor Skills*, 121(2), 431-446.
- Schul, R., Townsend, J., & Stiles, J. (2003). The development of attentional orienting during the school age years. *Developmental Science*, 6(3), 262-272.
- Shirzad, M., Tari, B., Dalton, C., Van Riesen, J., Marsala, M. J., & Heath, M. (2022). Passive exercise increases cerebral blood flow velocity and supports a postexercise executive function benefit. *Psychophysiology*, 59(12), e14132.
- Singh, A. S., Saliasi, E., Van Den Berg, V., Uijtdewilligen, L., De Groot, R. H., Jolles, J., ... & Chinapaw, M. J. (2019). Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. *British journal of sports medicine*, 53(10), 640-647
- Sorrentino, C. (2020). Arti Marziali, ADHD e Funzioni Esecutive. *Rassegna di studi internazionale*. SIRD, 2, 279-287.
- Trudeau, F., & Shephard, R. J. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 5, 1-12.
- Suzuki, W. (2017). *The brain-changing benefits of exercise*. TED Ideas Worth Spreading.
- Tripathi, P. M. (2023). A Comparative Study on the Attention Span of Male and Female Young Adult Viewers of Instagram Reels. *International Journal of Indian Psychology*, 11(2).
- Trudeau, F., & Shephard, R. J. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 5, 1-12.
- Yi, H. K. (1995). *The mind/body problem in Western culture: ethical implications for sport*. The Ohio State University.
- Yli-Krekola, A., Särelä, J., & Valpola, H. (2009). Selective attention improves learning. In *Artificial Neural Networks-ICANN 2009: 19th International Conference*, Limassol, Cyprus, September 14-17, 2009, Proceedings, Part II 19 (pp. 285-294). Springer Berlin Heidelberg.