

# Revisione sistematica sull'utilizzo di tecnologie digitali per la valutazione del movimento in educazione fisica e in scienze motorie e sportive

## *A systematic review of the use of technologies for the assessment of movement in physical education*

Francesco Sgrò<sup>A\*</sup>, Roberto Coppola<sup>B</sup>, Salvatore Pignato<sup>A</sup> and Mario Lipoma<sup>A</sup>

A) Faculty of Human and Society Sciences, University of Enna “Kore”, Enna, Italy, francesco.sgro@unikore.it\*, salvatore.pignato@unikore.it, mario.lipoma@unikore.it

B) Faculty of Kinesiology, University of Split, Croatia, robertocoppola@gmail.com

\*corresponding author

**HOW TO CITE** Sgrò, F., Coppola, R., Pignato, S., & Lipoma, M. (2019). Revisione sistematica sull'utilizzo di tecnologie digitali per la valutazione del movimento in educazione fisica e in scienze motorie e sportive. *Italian Journal of Educational Technology*, 27(1), 19-35. doi: 10.17471/2499-4324/1016

**SOMMARIO** Il lavoro presenta una revisione sistematica della letteratura sull'utilizzo di tecnologie digitali a supporto della valutazione del movimento nei contesti educativi. Complessivamente sono stati individuati, dopo opportuno processo di screening, 12 contributi scientifici in accordo con lo scopo di questa revisione. Dai risultati emerge che le tecnologie utilizzate si possono suddividere in tre categorie: video riprese, sensori indossabili ed exergames. Dall'analisi risulta come il loro utilizzo, pur essendo ancora limitato in estensione, sembra fornire validità, oggettività e affidabilità alla valutazione delle abilità motorie fondamentali e delle abilità sportive. Inoltre, il supporto tecnologico può permettere la stima dei relativi livelli di sviluppo, favorendo l'adozione di programmi di insegnamento adattati alle caratteristiche di ogni alunno e/o gruppo classe.

**PAROLE CHIAVE** Tecnologia; Valutazione; Educazione Fisica; Attività Fisica; Scuola.

**ABSTRACT** This study presents a systematic review of the literature on the use of digital technologies to support the assessment or evaluation of student movement in physical education. Overall, twelve studies were included in the review after an appropriate screening process. The results show that the technologies used can be divided into three categories: video, wearable sensors and exergames. The overall analysis indicates how their use, even if still limited in extension, seems to provide validity, objectivity and reliability in the processes of evaluating fundamental movement and sporting skills. In addition, it encourages the development of teaching programs that strictly adhere to the development level of each pupil and/or each class group.

**KEYWORDS** Technology; Assessment; Physical Education; Physical Activity; School.

## 1. INTRODUZIONE

L'utilizzo di strumenti innovativi digitali rappresenta un elemento centrale della vita di ogni essere umano ormai da diversi anni. Svariati aspetti della società, nelle sue molteplici sfaccettature e dimensioni, sono stati interessati in maniera significativa da questo fenomeno. Nel dibattito pedagogico che ha animato l'ultimo decennio, particolare attenzione è stata posta, soprattutto in chiave formativa, sugli effetti generati dalle tecnologie sui processi di apprendimento-insegnamento delle generazioni che, sempre più spesso, sono definite Digital Natives o Nativi Digitali (Kennedy, Judd, Churchward, Gray, & Krause, 2008). Nei contesti scolastici che rappresentano, indubbiamente, un punto nevralgico per la formazione delle suddette generazioni, le tecnologie digitali sono state trattate sia come singolare oggetto di studio che come strumenti a supporto dei complessivi processi di insegnamento-apprendimento di diverse discipline (Calvani, 2009). In tal senso, le tecnologie sono adoperate sia per supportare i processi di somministrazione delle attività formative (es., mappe concettuali interattive, ricerche online, piattaforme di e-learning), che per veicolare i processi di valutazione di diverse discipline (es., piattaforma *Redooc.com*).

In questo lavoro l'attenzione verrà posta, nello specifico, sull'utilizzo delle tecnologie digitali a supporto dei processi valutativi delle attività motorie e sportive previste nei programmi di Educazione Fisica. Per chiarezza e correttezza si ritiene necessario specificare che, con riferimento al contesto normativo italiano, la *Physical Education*, che è il nome utilizzato a livello internazionale per indicare l'insegnamento legato ai temi del movimento e dello sport, sia distinta in due diverse discipline: "Educazione Fisica" nella Scuola Materna e Primaria e "Scienze motorie e sportive" nella Scuola Secondaria di I e II grado. In questa revisione, tuttavia, in coerenza con quanto indicato nei prodotti analizzati, si è deciso di adoperare univocamente il termine "Educazione Fisica" anche quando la trattazione ha riguardato classi di studenti delle scuole secondarie.

Negli insegnamenti di Educazione Fisica l'integrazione delle tecnologie a supporto dei processi formativi è stata suggerita dal National Association for Sport and Physical Education (2009) già dal 2009, sia per quanto riguarda lo svolgimento delle lezioni frontali, sia per ciò che attiene alla valutazione degli obiettivi formativi propri della disciplina. In quest'ultima fattispecie, il docente può avere necessità stringenti nell'utilizzare soluzioni tecnologiche per acquisire valutazioni valide e affidabili dei propri programmi d'insegnamento. Ad esempio, nei primi cicli di istruzione gli obiettivi connessi con lo sviluppo di capacità e competenze caratterizzanti gli schemi motori di base e le abilità motorie fondamentali richiedono processi di misurazione e valutazione di tipo oggettivo e quantitativo, in quanto approcci di tipo soggettivo e qualitativo (es., osservazione del docente) si sono dimostrati poco affidabili e precisi (Sgrò, Nicolosi, Schembri, Pavone, & Lipoma, 2015; Sgrò, Quinto, Pignato, & Lipoma, 2016). In tal senso in molti paesi si sono affermati come mezzo di valutazione i Physical Fitness Tests, che riflettono la conoscenza del proprio corpo da parte degli studenti e la valutazione delle loro abilità (Hopple & Graham, 1995; López-Pastor, Kirk, Lorente-Catalán, MacPhail, & Macdonald, 2013). Un'altra tipologia di test, utilizzata esclusivamente con popolazioni di studenti con età compresa tra i 3 e i 10 anni, è il Test of Gross Motor Development di Ulrich, il cui fine è la quantificazione dei livelli di sviluppo delle abilità grosso-motorie (Bryant, Duncan, & Birch, 2014; Hardy, Reinten-Reynolds, Espinel, Zask, & Okely, 2012; Sgrò, Quinto, Messana, Pignato, & Lipoma, 2017).

I predetti approcci, ancorché ampiamente utilizzati, sono di natura strettamente qualitativa, operatore-dipendente e hanno evidenziato limiti nella corretta identificazione di alcuni determinanti dei processi di sviluppo motorio di ogni allievo. Di contro, sono ormai consolidate le evidenze scientifiche a supporto dell'integrazione di ausili digitali con i consolidati approcci qualitativi (Zhu & Cole, 1996), ciò allo scopo di determinare, in chiave strettamente educativa, la presenza di eventuali ritardi nei processi di sviluppo o la presenza di fasi di stallo nei processi di progressione didattica. Questo tipo di intervento, tra l'altro, si ritiene essere coerente con l'attuale trend di integrazione delle tecnologie digitali in ambito scolastico. È

possibile affermare, pertanto, che l'utilizzo di ausili tecnologici nei curriculum di Educazione Fisica possa incrementare la qualità complessiva del processo di insegnamento-apprendimento. Con un adeguato supporto tecnologico nei processi di valutazione, infatti, si ha la possibilità di creare programmi di Educazione Fisica calibrati sul livello di ciascun studente, gruppi di studenti o classi (Baert, 2015).

Pertanto, tenendo ben in mente lo scenario appena descritto, questa revisione si è posta come obiettivo quello di analizzare lo stato dell'arte relativo all'utilizzo di tecnologie digitali per la valutazione degli apprendimenti previsti negli insegnamenti di Educazione Fisica nelle scuole di ogni ordine e grado. Da un punto di vista metodologico, si è scelto di utilizzare come guida il metodo Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses o PRISMA (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009), pur non aderendo perfettamente a tutte le indicazioni di natura metodologica fornite dai relativi autori. Tale scelta deriva dalla necessità di sviluppare, nella maniera più rigorosa possibile, un'analisi della letteratura scientifica su una tematica che, per sua stessa natura, diverge negli obiettivi e nelle metodologie di ricerca dalle omologhe fattispecie di norma adoperate negli studi di ambito biomedico, cioè il settore di ricerca per cui il predetto metodo è stato prioritariamente definito.

Si è consapevoli, inoltre, data l'innovatività della tematica affrontata, dei limiti in termini di ampiezza della letteratura da analizzare. In tal senso, i criteri di eleggibilità utilizzati per la selezione dei manoscritti sono stati molto specifici e orientati, esclusivamente, a permettere la selezione dei lavori che hanno analizzato, effettivamente o come elemento centrale dello specifico studio, l'utilizzo di tecnologie digitali per la valutazione motorio-sportiva degli studenti. Il fine di questo lavoro è, pertanto, quello di fornire ai docenti di Educazione Fisica e alle relative comunità di pratica interessate riflessioni e analisi su come diverse tecnologie digitali possono essere utilizzate per supportare i processi di misurazione e valutazione degli apprendimenti della disciplina precedentemente indicata.

## 2. METODOLOGIA

La revisione sistematica è stata effettuata seguendo le linee guida proposte da Moher e colleghi (2009), con le limitazioni metodologiche discusse in precedenza. La ricerca è stata effettuata interrogando due banche dati internazionali, rispettivamente "SPORTDiscus with Full-Text" e "PubMed", che, per quanto noto agli autori e per quanto dichiarato dai rispettivi siti web, rappresentano le risorse online più complete per le tematiche di studio oggetto del presente manoscritto.

La ricerca bibliografica è stata effettuata nel dicembre 2017 utilizzando i seguenti filtri: tutte le pubblicazioni accademiche (es., articoli su rivista, atti di convegno, capitoli di libro e libri) scritte in lingua inglese dal 2005 al 2017. La scelta dell'anno 2005 è stata dettata dalla comparsa sul home-market dei primi dispositivi di natura ludica utilizzabile per i processi di insegnamento-apprendimento di educazione fisica (i.e., Sony EyeToy Kinetic). Per quanto riguarda il database PubMed, è stato aggiunto il filtro "human" così da escludere dai risultati della ricerca tutti i manoscritti in cui non sono stati considerati gli esseri umani.

Le parole chiave utilizzate sono state:

- 1) Physical Education,
- 2) Technology,
- 3) Assessment,
- 4) Evaluation.

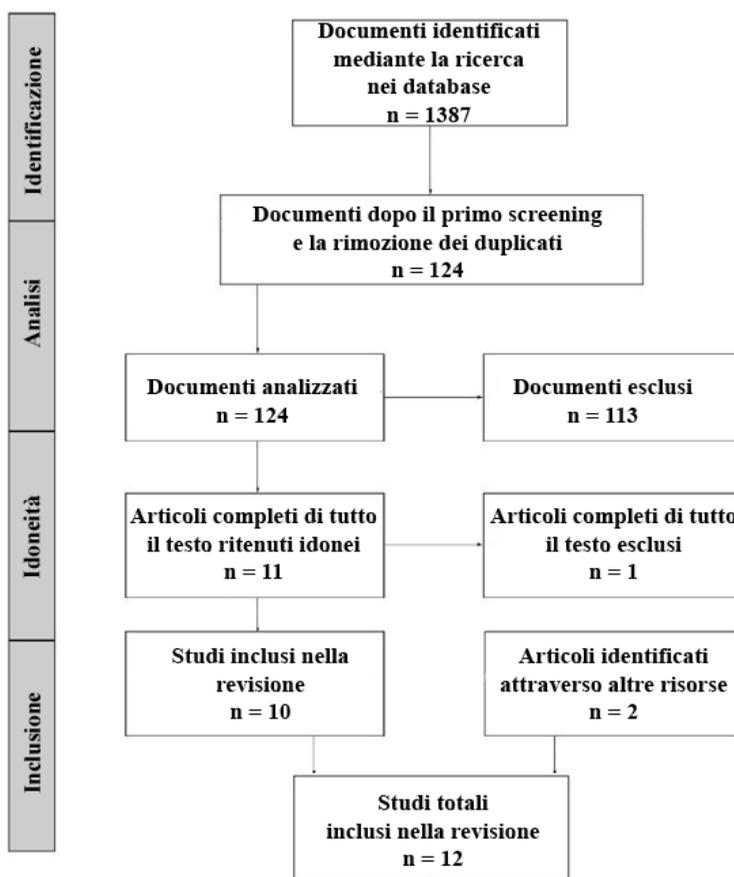
Nello specifico, sono state effettuate interrogazioni dei citati database utilizzando, separatamente, le seguenti combinazioni di parole chiave: "Physical Education" AND "Technology" AND "Assessment"; "Physical Education" AND "Technology" AND "Evaluation".

Ogni interrogazione è stata condotta in maniera indipendente da due ricercatori, i quali hanno confrontato i

risultati step per step. Nel caso di disaccordo per l'inclusione o esclusione di uno o più lavori, si è giunti ad una conclusione dopo aver valutato attentamente la coerenza con la tematica trattata. La ricerca si è sviluppata in step successivi di raffinazione: dal risultato della prima ricerca, ottenuto utilizzando separatamente le predette combinazioni per ogni banca dati, è stata fatta una prima selezione di lavori leggendo il titolo e le parole chiave di ogni risultato e dall'elenco ottenuto sono stati scartati i lavori duplicati, cioè quelli che erano stati individuati in più di una ricerca. Successivamente, è stata fatta un'ulteriore selezione, attraverso un'attenta lettura dell'abstract, volta a identificare una ampia coerenza con gli obiettivi della presente revisione. Infine, in seguito alla lettura delle bibliografie dei lavori full-text sono stati aggiunti due manoscritti considerati assolutamente pertinenti con le tematiche oggetto di indagine.

Le scelte relative all'esclusione di alcuni lavori sono da attribuire alla prerogativa di includere solo ed esclusivamente le ricerche e gli studi che hanno trattato l'utilizzo di tecnologie per la valutazione degli apprendimenti previsti nell'insegnamento dell'Educazione Fisica. Ciò ha portato ad escludere, ad esempio, molti lavori che trattavano l'utilizzo della tecnologia a scuola senza considerare gli aspetti valutativi oggetto di interesse nella presente revisione o lavori nei quali si trattava l'argomento della valutazione nelle attività motorie in generale e non specificatamente nell'insegnamento dell'Educazione Fisica.

Nella Figura 1 sono rappresentati i diversi processi di inclusione/esclusione relativi allo sviluppo della revisione della letteratura. Il campione complessivo finale (N=12), ancorché numericamente limitato, è in linea con la particolare casistica oggetto di investigazione.



**Figura 1.** Rappresentazione grafica del processo di selezione dei contributi per la revisione della letteratura.

### 3. RISULTATI

I manoscritti analizzati fanno riferimento a studi condotti in diverse nazioni: Australia (N=2), Canada (N=1), Italia (N=4), Finlandia (N=1), Irlanda (N=2), Ucraina (N=1) e Argentina (N=1). Per la trattazione delle principali evidenze dei lavori in analisi, il seguito del paragrafo presenterà tabelle riepilogative in relazione alle tecnologie utilizzate negli studi e distinte in: video-ripresa (N=4), sensori indossabili (N=4) ed *exergames* (N=4) e la descrizione delle principali evidenze determinate in ogni singola ricerca scientifica individuata nelle tre categorie determinate. La scelta di organizzare la trattazione dei risultati e delle discussioni secondo questa distinzione è il risultato di un processo di categorizzazione di natura induttiva sulla base delle caratteristiche tecnologiche dei dispositivi adoperati nelle ricerche individuate mediante il processo descritto nel paragrafo precedente.

La Tabella 1 mostra la descrizione dei manoscritti (N=4) nei quali è stata utilizzata la tecnologia video per la valutazione di attività motorie e sportive in ambiente educativo (Educazione Fisica).

Fonte	Obiettivo	Campione	Impatto della tecnologia
Blomqvist, Vánttinen, & Luhtanen (2005)	Valutare le abilità di gioco e di decision-making attraverso l'utilizzo di riprese-video	12 studenti (14-15 anni)	L'utilizzo della tecnologia video ha permesso ai docenti di valutare aspetti relativi al decision-making e alle abilità di gioco con maggiore affidabilità e precisione rispetto al consueto approccio osservazionale
O'Loughlin, Chróinín, & O'Grady (2013)	Esaminare la percezione degli alunni rispetto l'utilizzo della tecnologia video durante le lezioni di Educazione Fisica e come essa possa migliorare gli aspetti relativi alla valutazione degli studenti	23 studenti (9-10 anni)	L'utilizzo della tecnologia video migliora aspetti di valutazione/auto-valutazione fornendo feedback affidabili e rafforzando la motivazione
Penney, Jones, Newhouse, & Cambell (2012)	Analizzare il processo di integrazione della tecnologia a scuola per migliorare lo sviluppo e la valutazione delle abilità motorie	72 studenti (15-18 anni)	La tecnologia può facilitare la valutazione delle abilità motorie, permettendo di fornire feedback precisi a professori ed alunni. Inoltre, si hanno benefici nella valutazione dei processi di apprendimento in termini di validità ed affidabilità.
Weir & Connor (2009)	Analizzare il possibile ruolo della tecnologia video nell'Educazione Fisica	453 studenti (12-19 anni)	L'utilizzo di video-ripreses ha fornito la possibilità di avere feedback, immediati e oggettivi, sulla performance degli studenti, rappresentando, pertanto, uno strumento di valutazione più attendibile dei tradizionali metodi di valutazione e, al tempo stesso, un ausilio ai processi di apprendimento

**Tabella 1.** Studi che utilizzano la tecnologia di video-ripresa.

Considerando l'innovatività nell'uso della tecnologia a scuola, dallo studio di Weir e Connor (2009) emerge anche un'interessante riflessione sulla preparazione dei docenti nell'integrazione ed utilizzo delle tecnologie per la valutazione degli apprendimenti in Educazione Fisica. I docenti inseriti nel predetto studio, mediante un questionario di autovalutazione, affermano che l'aver partecipato alla ricerca ha aumentato la loro abilità nell'utilizzo di strumenti tecnologici in senso lato. I limiti e le problematiche che emergono relativamente all'uso della tecnologia sono rappresentati sia da problematiche legate all'utilizzo di software, sia da un aumento della mole di lavoro riferita in termini di difficoltà di utilizzo e di tempo richiesto per la relativa integrazione nelle proprie prassi didattiche. I vantaggi che emergono, invece, sono molteplici e mettono in luce come la tecnologia possa cambiare e/o rivoluzionare non solo aspetti valutativi, ma anche gli aspetti di apprendimento legati all'insegnamento. Questo studio si basa sull'utilizzo di questionari auto-compilati e non fornisce alcuna stima di bias, né discute di eventuali strategie da mettere eventualmente in atto per limitarne gli effetti. Restando in quest'ambito, la tecnologia di video-riprese è stata utilizzata per la valutazione di abilità di gioco e per studiare le abilità di *decision-making* in 12 studenti di 14-15 anni praticanti calcio (Blomqvist, Vääntinen, & Luhtanen, 2005). La ricerca è stata condotta registrando tre diverse tipologie di *match* con tre diversi obiettivi, rispettivamente: mantenimento del possesso palla, riuscire a portare la palla dietro la linea della rete per realizzare un *goal* e lo stesso task motorio-sportivo attuato, però, attraverso una modifica dell'area di porta tale da renderla pari a quella di una porta di hockey, quindi di dimensioni più ridotte. Tutti i *match* hanno avuto la durata di 10 minuti e si sono svolti in un campo di dimensioni ridotte (20 m x 32 m) facendo partecipare due squadre composte da tre giocatori. I video sono stati dapprima analizzati da due esperti, con ampia esperienza nella comprensione delle azioni di gioco, i quali hanno descritto le varie tipologie di azioni che potevano essere compiute dai giocatori in campo. Principalmente le azioni sono state divise in offensive e difensive. Tra le azioni offensive sono state inserite: "mantenimento del possesso palla", "sfruttare lo spazio in attacco", "creare spazio in attacco" e "andare a rete"; mentre le azioni difensive sono state: "difendere una zona", "difendere la porta" e "conquistare la palla". I video sono stati tagliati e sono state create delle sequenze per valutare il processo di decisione degli studenti nelle diverse situazioni di gioco. Per garantire la ripetibilità delle valutazioni le stesse sono state fatte da altri 49 studenti (con la stessa età del gruppo sperimentale, 12-14 anni). I risultati indicano un buon accordo tra le misure effettuate. Questo studio ha messo in luce come le video-riprese possano essere uno strumento didatticamente valido, in quanto forniscono una maggiore precisione nella valutazione e riescono a garantire una migliore affidabilità rispetto, ad esempio, ad un approccio osservazionale non video-assistito. Tuttavia, questa ricerca presenta un limite fondamentale, ovvero il campione numericamente piccolo e composto da soli studenti maschi che rende impossibile generalizzare i risultati ottenuti. Inoltre, come osservato dagli stessi autori, le istruzioni fornite agli studenti dovrebbero essere incrementate e descritte più nel dettaglio in modo da aumentare la ripetibilità intra-osservatore.

Anche i risultati del lavoro proposto da Penney, Jones, Newhouse e Cambell (2012) mettono in luce l'apporto che può dare l'inserimento della tecnologia video per la valutazione motoria e/o sportiva. Nello studio in questione gli studenti (72, di età compresa tra i 15 e i 18 anni) di diverse scuole, affiancati da cinque professori di Educazione Fisica, attraverso l'utilizzo della tecnologia video e dei software per l'analisi video, hanno esaminato diversi *match* di differenti discipline sportive (rugby, calcio, pallavolo e nuoto). Nello specifico, le analisi erano mirate ad identificare le abilità tattiche di gioco e come esse si articolavano nel contesto di gara. I risultati mostrano come gli studenti percepiscano maggiormente l'unione tra gli aspetti teorici e pratici caratterizzanti la disciplina sportiva esaminata. Lo studio, inoltre, ha mostrato che i feedback forniti erano utili non solo ai docenti, ma anche agli studenti, in quanto attraverso i feedback sulla loro performance acquisivano una maggiore consapevolezza del lavoro/compiuto motorio svolto. I risultati ottenuti, infine, mostrano come tale tecnologia fornisca un grado di validità ed affidabilità maggiore rispetto

ai metodi di valutazione tradizionali, migliorando, di conseguenza, l'intervento didattico proposto. Oltre ai risvolti strettamente connessi con i processi di valutazione degli apprendimenti, sono importanti gli effetti che la tecnologia sembra avere sulla consapevolezza che gli studenti possono avere sui propri errori per mezzo di un processo di auto-valutazione *screen-based* (O'Loughlin, Chróinín, & O'Grady, 2013). L'integrazione della tecnologia video nei curriculum di Educazione Fisica sembra, quindi, poter supportare il processo d'insegnamento, fornendo opportunità a tutti gli studenti e ai loro docenti, anche se non deve sostituirsi totalmente alle tecniche didattiche tipiche dell'insegnamento. La tecnologia, inquadrata in quest'ottica di supplemento ai canonici processi di insegnamento-apprendimento, può permettere di valutare in modo più oggettivo i risultati raggiunti dagli studenti, in modo da confrontare tali risultati con gli obiettivi da raggiungere ed organizzare le lezioni includendo protocolli che comprendono l'utilizzo di tecniche e tecnologie di insegnamento (Baert, 2015).

La Tabella 2 affronta la descrizione dei manoscritti (N=4) nei quali è stata utilizzata una tecnologia indossabile per la valutazione o per l'analisi del movimento in ambiente educativo.

Fonte	Obiettivo	Campione	Impatto della tecnologia
Grimpampi, Masci, Pesce e Vannozzi (2016)	Misurare i livelli di sviluppo nell'abilità di lancio tramite l'utilizzo di sensori magneto-inerziali (IMU) indossabili	58 studenti (5-10 anni)	L'approccio tecnologico ha permesso di identificare con certezza e affidabilità quali elementi del processo motorio adoperato sono più strettamente collegati con i diversi livelli di sviluppo grosso-motorio individuati attraverso un approccio di tipo osservazionale
Kovalskys et al. (2017)	Valutare, attraverso l'uso di accelerometri, gli effetti di un protocollo progettato per incrementare l'intensità dell'attività motoria e migliorare le abitudini alimentari	12 scuole (5-7 anni)	L'utilizzo di accelerometri fornisce informazioni riguardo al numero di passi giornalieri, minuti di attività motoria ed intensità dell'attività. Inquadrando queste variabili all'interno di un programma di attività fisica in bambini in età scolare è possibile effettuare una valutazione sugli effetti di un protocollo che mira ad aumentare l'intensità dell'attività motoria
Lahno, Hanjukova, e Cherniavska (2015)	Dimostrare come l'utilizzo di tecnologia indossabile (Smart Ring) possa avere un impatto positivo sullo sviluppo delle abilità psicomotorie	322 studenti (2-5 anni)	L'utilizzo di sensori indossabili permette di apprendere abilità motorie e psicomotorie in maniera più significativa rispetto a tecniche di insegnamento tradizionali. Inoltre, fornisce la possibilità di misurare e valutare lo sviluppo in età prescolare
Sgrò et al. (2017)	Misurare i livelli di sviluppo nell'abilità di salto in lungo da fermo tramite l'utilizzo di sensori magneto-inerziali (IMU) indossabili	64 studenti (8-12 anni)	Il presente studio dimostra come l'utilizzo degli IMU possa configurarsi come una soluzione valida e affidabile per i docenti di Educazione Fisica al fine di determinare le caratteristiche e le differenze dei pattern di movimento relativi a livelli complessivi di sviluppo motorio identificati per mezzo di approcci osservazionali (es., DEWA check-list)

**Tabella 2.** Studi che utilizzano tecnologia indossabile.

I risultati di una ricerca nella quale è stata utilizzata la tecnologia degli Smart Rings su bambini in età

prescolare (2-5 anni) mostrano gli effetti dell'uso di questi device sull'apprendimento di abilità motorie e psicomotorie. Gli Smart Rings sono degli anelli che permettono il controllo di dispositivi ad essi associati, quali smartphone, smartwatch, televisori ed elettrodomestici più moderni. Ma essendo dotati anche di diversi sensori al proprio interno (tra i quali un GPS) questi dispositivi possono essere utilizzati per scopi riguardanti il mondo del fitness in generale (contapassi, report sulla qualità del sonno e conteggio dei battiti al minuto). In tal senso, in una ricerca condotta prevedendo l'utilizzo degli Smart Rings, oltre ad un maggiore sviluppo delle abilità motorie in senso lato, si è osservato un miglioramento nelle capacità di abbinamento delle forme geometriche e lo sviluppo nelle capacità di classificazione ed organizzazione (Lahno, Hanjukova, & Cherniavska, 2015).

Uno studio di Sgrò et al. (2017) ha mostrato, invece, come i sensori IMU siano efficienti per discriminare i diversi livelli di sviluppo delle abilità richieste nel compito del salto in lungo da fermo. Gli IMU ("inertial measurement unit", sensori magneto-inerziali) sono dei dispositivi indossabili che contengono al loro interno un accelerometro, un magnetometro e un giroscopio triassiali, che servono, rispettivamente, per misurare l'accelerazione lineare del movimento, l'orientamento di quest'ultimo e forniscono informazioni su movimenti angolari (come, ad esempio, la velocità angolare). Lo studio in questione ha coinvolto un campione 64 bambini (di età compresa tra gli 8 e gli 11 anni) i quali effettuavano due ore di Educazione Fisica a settimana. Nello studio la tecnologia indossabile è stata affiancata dalla tecnologia video per aumentare la precisione e garantire l'affidabilità delle valutazioni qualitative. Le variabili qualitative prese in esame sono state suddivise nelle tre fasi caratterizzanti il gesto motorio: preparazione, propulsione e atterraggio. Esse, inoltre, sono state affiancate da criteri che riguardano il corretto posizionamento del corpo e delle sue parti (ginocchia, caviglie, bacino e braccia) e determinati criteri di esecuzione come, ad esempio, lo sguardo rivolto in avanti durante la preparazione al salto o la flessione degli arti inferiori per evitare un impatto eccessivo al suolo e/o accompagnato dalla perdita dell'equilibrio (Department of Education Western Australia, 2013). Le variabili temporali e i parametri cinematici, di natura quantitativa, estrapolati dall'analisi dei segnali ottenuti dagli IMU, sono stati: tempo di propulsione, tempo di volo, la componente verticale della velocità di stacco, la componente anteroposteriore della velocità di stacco (normalizzati per l'altezza dello studente), il picco massimo della velocità angolare nelle direzioni antero-posteriore e medio-laterale e altre variabili relative al range di movimento e i rispettivi angoli. Analizzando i video (analisi qualitativa) gli studenti sono stati distribuiti in tre gruppi in funzione del loro livello di sviluppo dell'abilità: "Beginning", "Developing" e "Consolidating". Confrontando i livelli di sviluppo dall'analisi dei dati ricavati dagli IMU, si è osservato come tre indici quantitativi riuscissero a discriminare i tre livelli di sviluppo: il picco massimo di accelerazione verticale, il picco massimo di accelerazione antero-posteriore e il tempo di preparazione normalizzato. Studi futuri, concludono gli autori, potrebbero coinvolgere un range di età più ampio per verificare se i risultati sono generalizzabili a tutte le fasce d'età.

Dai risultati del predetto studio, così come da quelli ottenuti da Grimpampi, Masci, Pesce e Vannozi (2016), è emerso come l'identificazione dei livelli di sviluppo attraverso la sensoristica indossabile sia più affidabile rispetto ai metodi tradizionali di valutazione (approccio osservazionale) e come l'utilizzo di questa tecnologia possa rappresentare una soluzione valida e affidabile per i docenti di Educazione Fisica, al fine di determinare le caratteristiche e le differenze dei pattern di movimento relativi a livelli complessivi di sviluppo motorio identificati per mezzo di approcci osservazionali (es., DEWA check-list). Attraverso gli accelerometri è possibile stimare variabili come il numero di passi, i minuti di attività motoria e la relativa intensità. In un altro studio queste variabili sono state utilizzate per valutare gli effetti di un protocollo motorio che aveva come obiettivo quello di aumentare l'intensità dell'attività fisica, in un quadro di ricerca più ampio che abbracciava anche le abitudini alimentari dei bambini (Kovalskys et al., 2017).

La Tabella 3 presenta la descrizione dei manoscritti (N=4) nei quali sono stati utilizzati gli *exergames*, ovvero videogiochi da console in cui l'interazione tra gioco e giocatore è delegata al movimento naturale del corpo umano (Sgrò, Schembri, Nicolosi, Barresi, & Lipoma, 2013), come tecnologia per la valutazione o per l'analisi del movimento in ambiente educativo.

Fonte	Obiettivo	Campione	Impatto della tecnologia
Rosenberg et al. (2016)	Utilizzare gli <i>exergames</i> per riconoscere le abilità motorie fondamentali durante un'attività di gioco interattiva	43 studenti (12 anni)	Lo studio dimostra come la Microsoft Kinect possa essere utilizzata per analizzare, in termini numerici, i salti e gli spostamenti laterali. Tale applicazione potrebbe essere integrata nei programmi di Educazione Fisica in quanto specifici per lo sviluppo delle abilità motorie fondamentali
Sgrò, Nicolosi, Schembri, Pavone e Lipoma (2015)	Misurare i livelli di sviluppo dell'abilità di salto verticale attraverso l'utilizzo di tecnologie utilizzate per gli <i>exergames</i> (es. Microsoft Kinect)	41 studenti (9-12 anni)	Lo studio dimostra come la Microsoft Kinect possa rappresentare una valida e puntuale alternativa per la valutazione del livello di abilità di salto verticale rispetto ai metodi di valutazione tradizionale
Sgrò, Quinto, Pignato e Lipoma (2016)	Comparare due approcci (approccio per prodotto e approccio per processo) per la valutazione dei livelli di sviluppo del salto verticale	91 studenti (6-12 anni)	Con riferimento ai livelli di sviluppo dell'abilità motoria del salto verticale, lo studio dimostra come una valutazione di processo mediata dall'utilizzo di tecnologie digitali (Kinect) risulti più accurata di quella ottenuta mediante un approccio di tipo esclusivamente osservazionale
Sheehan & Katz (2012)	Analizzare gli effetti di un allenamento basato sugli <i>exergames</i> sullo sviluppo delle abilità motorie fondamentali in ambiente scolastico	65 studenti (6-10 anni)	I risultati mostrano come la tecnologia degli <i>exergames</i> (Wii Fit+™) possa rappresentare una valida alternativa ai metodi d'insegnamento tradizionali. Questo studio mette in risalto come questa tecnologia possa migliorare la stabilità posturale (misurata e valutata attraverso l'utilizzo di una pedana di forza - HUR BT4™)

**Tabella 3.** Studi che utilizzano la tecnologia degli *exergames*.

In un primo studio, il sensore Microsoft Kinect, cioè un sensore in grado di catturare gli spostamenti lungo le tre direzioni di movimento di un soggetto posto frontalmente a esso, è stato utilizzato per misurare i livelli di sviluppo di alcune abilità motorie fondamentali (*fundamental movement skills*) in un campione di 43 bambini (di età compresa tra i 10 e i 15 anni; Rosenberg et al., 2016). L'obiettivo della ricerca è stato quello di valutare il livello di *agreement* tra la Kinect e due valutatori nel contare il numero di salti e di spostamenti laterali eseguiti durante cinque minuti di attività ludico-motorio di tipo screen-based. Per far ciò sono state utilizzate tre Kinect e un televisore: una delle Kinect, che era collegata alla console di gioco e al televisore, aveva lo scopo di interfacciarsi con lo studente per dettare i movimenti di gioco; le altre due Kinect, poste ai lati del televisore, erano interfacciate con un computer nel quale un software ad-hoc

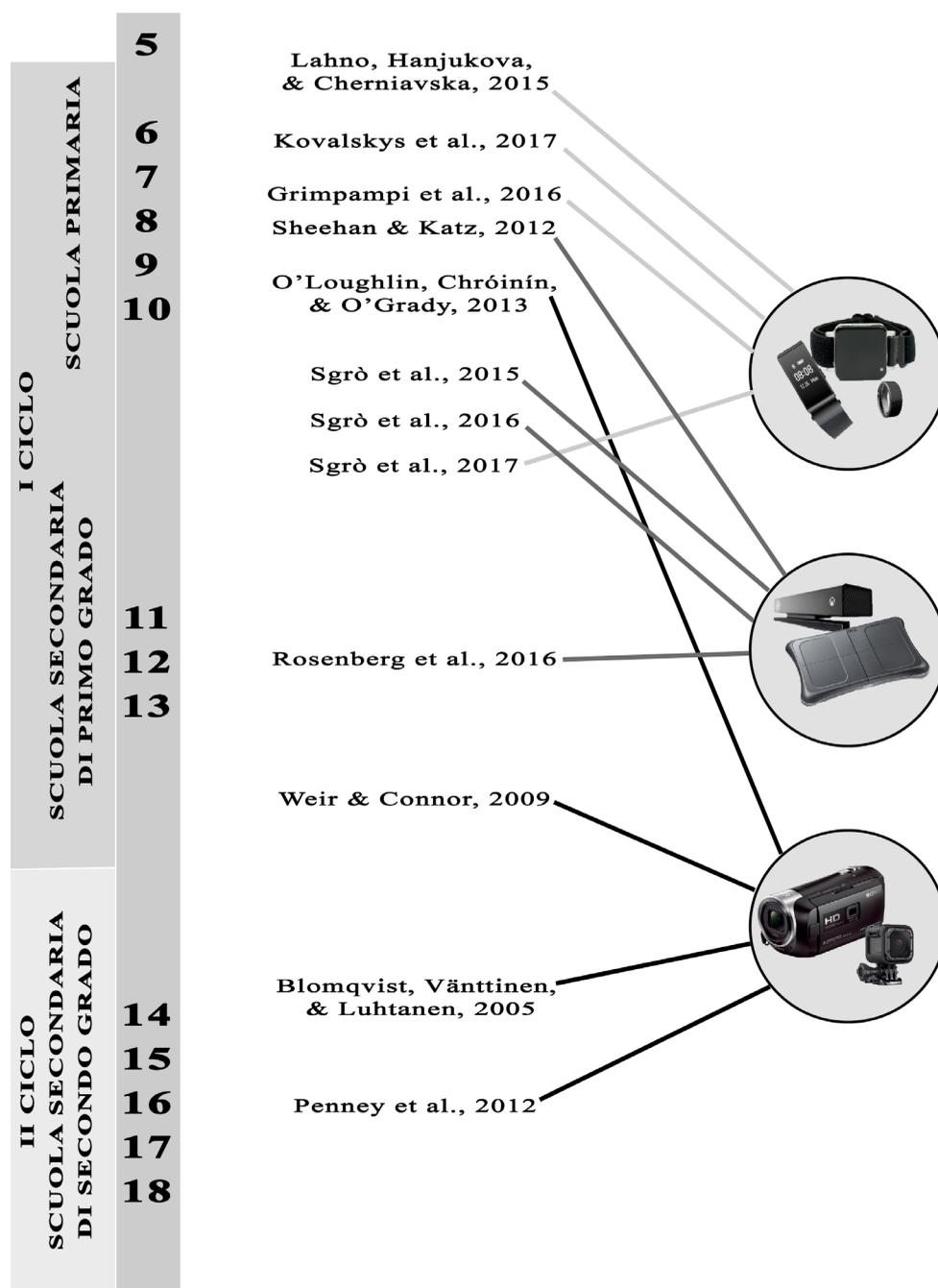
elaborava le informazioni inviate dai sensori. Il software è stato scritto basandosi sull'algebra booleana e analizzava i movimenti dei 20 punti, descritti in una nota a seguire, che la Kinect è in grado di individuare. I due valutatori, dopo aver ripreso cinque minuti di gioco, hanno contato il numero delle due tipologie di movimento effettuati da tutti i partecipanti. I risultati indicano un alto livello di accordo tra le osservazioni fatte dai valutatori e i punteggi ottenuti dai sensori Kinect. Da ciò si evince come questo sensore sia in grado di misurare le occorrenze relative a due abilità motorie fondamentali al pari di un valutatore esperto, rispetto al quale si è certi di evitare gli errori di natura percettiva.

Questo studio, anche se molto interessante, presenta due limiti: il primo è da attribuire alla complessità del set-up necessario da organizzare se si pensa ad un contesto scolastico; il secondo è la mancanza di una valutazione che consideri la qualità dei movimenti effettuati. Soprattutto il secondo limite può rappresentare il principale ostacolo per poter utilizzare il sensore Microsoft Kinect in un ambiente scolastico, dove è fondamentale non basarsi semplicemente su un approccio orientato al prodotto (product oriented), e quindi legato ad una visione tecnica e meccanicistica dei saperi oggetto delle lezioni di Educazione Fisica. Di contro, un approccio orientato al processo (process oriented) e, quindi, volto ad accertare lo sviluppo di tutte le componenti che caratterizzano un movimento, risulta più idoneo per valutare il raggiungimento, o meno, degli obiettivi specifici di apprendimento attesi. Questa tecnologia è stata anche utilizzata da Sgrò, Nicolosi, Schembri, Pavone e Lipoma (2015) per valutare i pattern motori caratterizzanti i livelli di sviluppo delle abilità di salto verticale in bambini di età compresa tra i 9 e i 12 anni. L'approccio utilizzato in questo studio è stato di natura quali-quantitativa, in quanto i ricercatori hanno abbinato ad una valutazione qualitativa del gesto motorio (video-analisi) un'analisi quantitativa derivante dall'elaborazione dei dati estrapolati dalla Kinect. Il compito motorio è stato prima analizzato, da un punto di vista qualitativo, da due esperti valutatori, i quali hanno assegnato ciascun partecipante ad uno dei livelli di sviluppo dell'abilità ("Beginning", "Developing" e "Consolidating"). Il processo di assegnazione precedentemente indicato ha seguito il modello di valutazione per componente delle abilità di salto verticale proposto dal Department of Education Western Australia (DEWA), nel quale vengono descritti i criteri da esaminare per ogni salto. Tali criteri includono la posizione e lo spostamento della testa/tronco e degli arti superiori e inferiori nelle tre fasi caratterizzanti il gesto motorio (fase di preparazione, di propulsione e di atterraggio; Department of Education Western Australia, 2013). Parallelamente, il gesto motorio veniva ripreso dal sensore Kinect e il relativo flusso di dati veniva registrato su un PC per la successiva elaborazione mediante un software sviluppato appositamente. Attraverso quest'ultimo, i 20 punti<sup>1</sup> (che permettono al software di creare uno "skeletal model") tracciati dalla Kinect e registrati nel flusso dati indicato in precedenza, sono stati utilizzati per stimare le coordinate, e quindi il relativo movimento, del centro di massa di ogni bambino partecipante allo studio. In particolare, per la definizione dei criteri oggettivi relativi al salto è stato elaborato il segnale dello spostamento verticale del centro di massa e della relativa velocità. I risultati del processo di classificazione qualitativa hanno determinato la divisione del campione diviso in due categorie: "Developing" e "Consolidating". Per quanto riguarda l'approccio oggettivo, invece, i parametri che sono risultati discriminanti delle predette categorie sono stati l'altezza del salto e il tempo di volo. I limiti della predetta ricerca sono stati individuati nella esigua ampiezza del campione, risultato abbastanza piccolo per poter generalizzare i risultati ottenuti, e nel basso frame-rate della Kinect, la quale risulta limitata per stimare, con precisione clinica, alcuni eventi temporali collegati alle dinamiche dell'abilità di salto considerata. Sheehan e Katz (2012), inoltre, dopo aver condotto un programma di allenamento in 65 bambini di età compresa tra i 6 e i 10 anni utilizzando soluzioni di tipo exergames-based, hanno valutato gli effetti di tale allenamento tramite

<sup>1</sup> I 20 "joint" che la Kinect è in grado di individuare sono: testa, spalla, un punto centrale tra le spalle (poco superiore allo sterno), gomito, polso, mano, L5, un punto prossimale all'osso sacro, anca, ginocchio, caviglia e piede.

una pedana di forza (Modello HUR BT4™).

La Figura 2 delinea la relazione tra tecnologie utilizzate, l'anno di pubblicazione e l'istituzione scolastica considerata.



**Figura 2.** Rappresentazione grafica che mostra le tecnologie utilizzate in relazione ai gradi scolastici di riferimento, età degli alunni, autori e anno di pubblicazione degli studi.

Per quanto riguarda le tipologie di output che emergono dai diversi studi è possibile dividerli, invece, in

quattro categorie principali: dati di natura qualitativa, dati di natura quantitativa, approccio misto quali-quantitativo e modelli e linee teoriche su cui basare studi o applicazioni future riguardanti l'utilizzo della tecnologia per la valutazione di abilità e capacità motorie. Tra queste, la categoria su cui è stata posta maggiore enfasi è rappresentata dall'approccio qualitativo, anche se sembra esserci una nuova propensione verso l'approccio quali-quantitativo.

## 4. DISCUSSIONE

Gli effetti dello sviluppo tecnologico sulle prassi relative all'insegnamento dell'Educazione Fisica rappresentano, soprattutto negli ultimi anni, una nuova frontiera per i processi di valutazione delle relative competenze. Abbiamo visto come siano diverse le tecnologie adoperate per questo scopo, e ciò è senza dubbio motivato dai progressi tecnologici in ascesa che forniscono strumenti sempre più precisi e performanti con risvolti applicativi sempre di più ampia portata. Nello specifico, si può osservare come la tecnologia di video-riprese risulti più datata (2005-2013) rispetto alla categoria degli *exergames*, che hanno iniziato ad essere utilizzati a partire dal 2012. La stessa riflessione può essere fatta osservando come i sensori indossabili non compaiano prima del 2015.

È interessante osservare anche come l'attenzione ad aspetti valutativi per le fasce d'età definite "sensibili" sia cambiato a seguito dell'evoluzione della tecnologia. I risultati mostrano, infatti, come la tecnologia video, essendo più datata rispetto alle altre, si concentri maggiormente sull'analisi dei livelli di sviluppo in alunni frequentanti la scuola secondaria di primo e secondo grado rispetto alla scuola primaria. I risultati riguardanti la sensoristica indossabile, essendo una delle ultime frontiere tecnologiche, oltre a riportare a studi più frequenti, mostra, invece, come l'attenzione sulla valutazione dei livelli di sviluppo delle abilità si sia spostata ad un'altra fascia d'età. Quasi tutti gli studi mostrano come il campione delle ricerche sia stato reclutato maggiormente nella scuola primaria. Infine, la tecnologia degli *exergames* si colloca tra le altre due: il campione preso in esame negli studi revisionati comprende, infatti, studenti della scuola primaria e secondaria di primo livello.

La seguente trattazione mira a sintetizzare, distintamente per singoli gruppi di tecnologie, l'impatto dell'utilizzo dei dispositivi digitali nei processi di valutazione previsti in Educazione Fisica. Tuttavia, da questa trattazione non è possibile analizzare la presenza di "publication bias" in quanto non sono state trovate pubblicazioni accademiche con risultati negativi riguardo l'argomento trattato.

### 4.1. Tecnologia video

La tecnologia di video-riprese è la più datata tra quelle trattate. Dall'analisi della letteratura sono emersi spunti interessanti su come la tecnologia video possa avere un impatto positivo sui processi di insegnamento-apprendimento, come ad esempio l'osservazione della corretta tecnica di un gesto motorio o sportivo, l'aumento della motivazione e del coinvolgimento degli studenti, un nuovo tipo di metodologia di insegnamento, maggiore formazione professionale per i docenti e un aumento delle capacità di apprendimento degli studenti.

### 4.2. Sensori indossabili

La sensoristica indossabile rappresenta una nuova frontiera tecnologica con un grande potenziale anche in chiave di valutazione delle abilità e delle capacità motorie in ambiente educativo. In tal senso, negli ultimi anni sono stati utilizzati diversi dispositivi di questo tipo con l'intento di integrare e migliorare la valutazione degli apprendimenti in Educazione Fisica. Gli Smart Rings e sensori IMU rappresentano due diversi esempi di come la tecnologia indossabile possa essere utilizzata in ambito educativo, anche per obiettivi

differenti dall'originale finalità applicativa (gestione di smartphone, social, navigazione spazio-temporale, ecc.). Complessivamente, quindi, dagli studi revisionati è emersa un'interessante riflessione su come questo tipo di tecnologia possa fornire dati utili agli insegnanti di Educazione Fisica per programmare le attività, garantendo a ciascuno studente la possibilità di sviluppare al meglio le proprie capacità e abilità. Pertanto, si può affermare che l'utilizzo dei sensori indossabili sembra garantire lo sviluppo di un setting di analisi e valutazione degli apprendimenti motori coerente e in linea con i vincoli di ecologicità di norma richiesti in tutti i contesti educativi.

### 4.3. Exergames

Nonostante nascano come strumenti di gioco, negli ultimi anni gli *exergames* hanno trovato sempre più spazio in ricerche rivolte a contesti clinici ed educativi. Riuscire ad analizzare i livelli di sviluppo delle abilità motorie fondamentali integrando l'utilizzo di queste tecnologie nelle attività scolastiche rappresenta, infatti, uno degli scenari più percorribili per i processi di insegnamento-apprendimento legati all'Educazione Fisica. Secondo questa logica, l'utilizzo della Microsoft Kinect è stato analizzato e discusso in diversi studi. La Kinect, da quanto è emerso, può rappresentare una valida alternativa, o un supporto, per la valutazione delle abilità motorie rispetto ai metodi di valutazione tradizionali di norma usati nei contesti scolastici, in quanto questi sono condizionati, spesso in maniera significativa, dall'esperienza del docente o di chi valuta. Questo assunto si basa sulle evidenze emerse dall'utilizzo di un approccio di valutazione di tipo process-oriented basato, però, su dati di natura oggettiva. I risultati di che trattasi, quindi, sembrano colmare uno dei limiti maggiori della ricerca condotta da Rosenberg et al. (2016), ovvero la non possibilità di valutare oggettivamente, tramite un approccio orientato al processo, il livello di sviluppo di un pattern motorio. Si è dimostrato, infatti, come anche con tale approccio la tecnologia della Kinect riesca adeguatamente a supportare la classificazione dei bambini nei diversi livelli di sviluppo. L'utilizzo degli *exergames* è stato analizzato non solo come strumento di valutazione, ma anche come strumento didattico funzionale al miglioramento della abilità di equilibrio (Sgrò, Barresi, Pignato, & Lipoma, 2017). Ciò evidenzia, ancora una volta, come lo sviluppo delle abilità motorie fondamentali, in questo caso quella di equilibrio, rappresenti uno degli obiettivi in ambito educativo in cui si può integrare uno strumento tecnologico innovativo. In tal senso, l'equilibrio può essere allenato tramite il Wii Fit+™ anche in ambiente scolastico, ma valutato attraverso strumenti come le pedane di forza. Tuttavia, una valutazione mediante questo tipo di tecnologia fornisce risultati specifici relativi alla stabilità posturale che, in ambito scolastico, potrebbe rivoluzionare la precisione della valutazione, anche se la complessità di utilizzo e i costi eccessivi delle pedane rendono quest'ultima difficilmente utilizzabile nei contesti educativi. Su quest'ultima limitazione, tuttavia, in diversi studi precedenti è stata esaminata, con esito positivo, la validità della Wii Balance Board (WBB), cioè una pedana di forza low-cost sviluppata dalla Nintendo per giocare con la console Nintendo Wii, per la valutazione della stabilità posturale e della capacità di equilibrio (Bartlett, Ting, & Bingham, 2014; Clark et al., 2010; Leach, Mancini, Peterka, Hayes, & Horak, 2014). La possibilità di utilizzare la WBB per la valutazione dei livelli di sviluppo delle abilità di equilibrio potrebbe permettere a qualsiasi docente di effettuare valutazioni valide e affidabili evitando i costi eccessivi richiesti per strumenti gold standard (pedane di forza). Diversi studi presenti nella letteratura scientifica, infatti, mostrano come la Wii Balance Board possa essere utilizzata per l'analisi della capacità di equilibrio in diverse fasce di età (Orofino, Sgrò, Coppola, Crescimanno, & Lipoma, 2015; Sgrò et al., 2013).

## 5. CONCLUSIONI

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di indagare lo stato dell'arte sull'utilizzo della tecnologia per

la valutazione degli apprendimenti previsti nell'insegnamento dell'Educazione Fisica. L'utilizzo di tecnologie, infatti, risulta sempre più marcato all'interno delle istituzioni scolastiche, soprattutto se si analizza come i supporti tecnologici siano numericamente cresciuti in quasi tutti gli aspetti di supporto all'insegnamento (Hu, Clark, & Ma, 2003; Jonassen, Peck, & Wilson, 1999). Tuttavia, la specificità dell'argomento trattato ha ridotto notevolmente i risultati della ricerca proposta, dimostrando come ci sia ancora la necessità di ulteriori ricerche volte a stimare la bontà dell'utilizzo di tecnologie digitali per la valutazione di abilità/capacità motorie e altri temi specifici legati all'insegnamento dell'Educazione Fisica.

Dall'analisi degli studi considerati è emerso, comunque, come l'utilizzo di ausili tecnologici potrebbe fornire validità, oggettività e affidabilità alla valutazione delle abilità motorie fondamentali. Le caratteristiche sopracitate sono essenziali per stimare i livelli di sviluppo degli alunni, permettendo così al docente di progettare programmi di Educazione Fisica con un alto grado di specificità rispetto a quelle che sono le caratteristiche di ogni alunno e di ogni gruppo classe.

L'utilizzo delle tecnologie porterebbe benefici non solo dal punto di vista della validità e precisione nelle valutazioni, ma anche risvolti positivi rispetto a tematiche connesse con la consapevolezza degli alunni sul proprio livello di abilità e capacità motorie. Inoltre, la possibilità di fornire di feedback più chiari e puntuali sembra permettere agli alunni di sviluppare maggiormente la capacità di autovalutazione e autocorrezione, oltre che incrementare il loro livello di motivazione e coinvolgimento nelle prassi didattiche. Le applicazioni e i benefici che il supporto tecnologico possa portare in ambiente educativo-scolastico sono quindi molteplici.

Evidenze consolidate riconoscono il potenziale del supporto tecnologico non solo in chiave di valutazione, ma attribuendogli, più in generale, un forte valore pedagogico-educativo. Integrando la tecnologia nelle attività di insegnamento e apprendimento possono concretizzarsi gli obiettivi di insegnamento, si possono fornire feedback più accurati agli studenti e si apprenderebbero nuove e diverse metodologie di insegnamento (Okojie, Olinzock, & Okojie-Boulder, 2006). Basti pensare a come la tecnologia renda molto più pratica e semplice la raccolta di dati e la loro archiviazione, ma anche aspetti legati alle comunicazioni intra- ed extra-scolastiche e per quanto riguarda la divulgazione dei risultati ottenuti dagli studenti.

In un panorama che vede lo sviluppo tecnologico seguire una crescita costante è necessario, quindi, che anche i docenti siano opportunamente preparati e guidati nel processo di integrazione delle tecnologie per la valutazione degli apprendimenti specifici dell'insegnamento di Educazione Fisica.

## 6. RICONOSCIMENTI

Lo studio è il risultato di un lavoro collettivo degli autori, il cui specifico contributo è da riferirsi come segue: Francesco Sgrò ha curato la definizione del disegno della ricerca e del suo svolgimento, l'analisi e l'interpretazione dei risultati. Roberto Coppola ha sviluppato la revisione sistematica della letteratura, l'analisi e l'interpretazione dei risultati. Salvatore Pignato e Mario Lipoma hanno contribuito all'interpretazione dei risultati. Mario Lipoma ha anche curato la definizione del disegno di ricerca. Tutti gli autori hanno contribuito alla stesura e revisione del manoscritto.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Baert, H. (2015). Technology Strategies to Address Grade-level Outcomes: National Standards 1 and 2. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 86(7), 40-45. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07303084.2015.1064729?src=recsys&journalCode=ujrd20>

- Bartlett, H. L., Ting, L. H., & Bingham, J. T. (2014). Accuracy of force and center of pressure measures of the Wii Balance Board. *Gait Posture*, 39(1), 224-228. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.07.010
- Blomqvist, M., Vääntinen, T., & Luhtanen, P. (2005). Assessment of secondary school students' decision-making and game-play ability in soccer. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 10(2), 107-119. doi: 10.1080/17408980500104992
- Bryant, E. S., Duncan, M. J., & Birch, S. L. (2014). Fundamental movement skills and weight status in British primary school children. *European Journal of Sport Science*, 14(7), 730-736. doi: 10.1080/17461391.2013.870232
- Calvani, A. (2009). ICT in schools: what rationale? A conceptual frame for a technological policy. *Educational Technology*, 49, 33-37.
- Clark, R. A., Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., & Hunt, M. (2010). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait Posture*, 31(3), 307-310. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.11.012
- Department of Education Western Australia (2013). *Fundamental movement skills: the tools for learning, teaching and assessment*. Perth, Australia.
- Grimpampi, E., Masci, I., Pesce, C., & Vannozzi, G. (2016). Quantitative assessment of developmental levels in overarm throwing using wearable inertial sensing technology. *Journal of Sports Sciences*, 34(18), 1759-1765. doi: 10.1080/02640414.2015.1137341
- Hardy, L. L., Reinten-Reynolds, T., Espinel, P., Zask, A., & Okely, A. D. (2012). Prevalence and correlates of low fundamental movement skill competency in children. *Pediatrics*, 130(2), e390-e398. doi: 10.1542/peds.2012-0345
- Hopple, L. & Graham, G. (1995). What children think, feel and know about Physical 775 Fitness testing. *Journal of Teaching in Physical Education*, 14(4), 408-417. doi: 10.1123/jtpe.14.4.408
- Hu, P. J. H., Clark, T. H., & Ma, W. W. (2003). Examining technology acceptance by school teachers: a longitudinal study. *Information & Management*, 41(2), 227-241. doi: 10.1016/S0378-7206(03)00050-8
- Jonassen, D. H., Peck, K. L., & Wilson, B. G. (1999). *Learning with technology: A constructivist perspective*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Kennedy, G. E., Judd, T. S., Churchward, A., Gray, K., & Krause, K. L. (2008). First year students' experiences with technology: Are they really digital natives? *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(1), 108-122. doi: 10.14742/ajet.1233
- Kovalskys, I., Herscovici, C. R., Rougier, P. I., De Gregorio, M. J., Zonis, L., & Orellana, L. (2017). Study Protocol of MINI SALTEN: a technology-based multi-component intervention in the school environment targeting healthy habits of first grade children and their parents. *BMC Public Health*, 17(1), 401. doi: 10.1186/s12889-017-4327-3
- Lahno, O., Hanjukova, O., & Cherniavska, O. (2015). Evaluation of the effectiveness of integrated psychomotor development of children in the age from 2 to 4. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(4), 793. doi: 10.7752/jpes.2015.04121

- Leach, J. M., Mancini, M., Peterka, R. J., Hayes, T. L., & Horak, F. B. (2014). Validating and calibrating the Nintendo Wii balance board to derive reliable center of pressure measures. *Sensors*, *14*(10), 18244-18267. doi: 10.3390/s141018244
- López-Pastor, V. M., Kirk, D., Lorente-Catalán, E., MacPhail, A., & Macdonald, D. (2013). Alternative assessment in physical education: a review of international literature. *Sport, Education and Society*, *18*(1), 57-76. doi: 10.1080/13573322.2012.713860
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi: il PRISMA Statement. *PLoS Med*, *6*(7), e1000097, 1-8. Retrieved from <http://www.prisma-statement.org/documents/PRISMA%20Italian%20Statement.pdf>
- National Association for Sport and Physical Education. (2009). *Appropriate use of instructional technology in physical education*. Reston, VA.
- Okojie, M. C., Olinzock, A. A., & Okojie-Boulder, T. C. (2006). The pedagogy of technology integration. *The Journal of Technology Studies*, *32*(2). doi: <https://doi.org/10.21061/jots.v32i2.a.1>
- O'Loughlin, J., Chróinín, D. N., & O'Grady, D. (2013). Digital video: The impact on children's learning experiences in primary physical education. *European Physical Education Review*, *19*(2), 165-182. doi: 10.1177/1356336X13486050
- Orofino, F., Sgro, F., Coppola, R., Crescimanno, C., & Lipoma, M. (2015). Examining the Influence of Different Physical Activity Training on the Postural Stability of University Students. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, *3*(3), 40-45. doi: 10.13189/saj.2015.030303
- Penney, D., Jones, A., Newhouse, P., & Cambell, A. (2012). Developing a digital assessment in senior secondary physical education. *Physical Education and Sport Pedagogy*, *17*(4), 383-410. doi: 10.1080/17408989.2011.582490
- Rosenberg, M., Thornton, A. L., Lay, B. S., Ward, B., Nathan, D., Hunt, D., & Braham, R. (2016). Development of a kinect software tool to classify movements during active video gaming. *PloS One*, *11*(7). doi: 10.1371/journal.pone.0159356
- Sheehan, D. P., & Katz, L. (2012). The impact of a Six Week Exergaming Curriculum on Balance with Grade Three School Children using the Wii FIT+TM. *International Journal of Computer Science in Sport*, *11*(3), 5-22.
- Sgrò, F., Barresi, M., Pignato, S., & Lipoma, M. (2017). The use of exergames in physical education to improve the proficiency level of balance skills in children. *Italian Journal of Educational Research*, *19*, 139-152. Retrieved from <http://ojs.pensamultimedia.it/index.php/sird/article/view/2550>
- Sgrò, F., Mango, P., Pignato, S., Schembri, R., Licari, D., & Lipoma, M. (2017). Assessing Standing Long Jump Developmental Levels Using an Inertial Measurement Unit. *Perceptual and Motor Skills*, *124*(1), 21-38. doi: 10.1177/0031512516682649
- Sgrò, F., Nicolosi, S., Schembri, R., Pavone, M., & Lipoma, M. (2015). Assessing vertical jump developmental levels in childhood using a low-cost motion capture approach. *Perceptual and Motor Skills*, *120*(2), 642-658. doi: 10.2466/10.PMS.120v12x7
- Sgrò, F., Quinto, A., Messana, L., Pignato, S., & Lipoma, M. (2017). Assessment of gross motor

developmental level in Italian primary school children. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(3), 1954-1959. doi: 10.7752/jpes.2017.03192

Sgrò, F., Quinto, A., Pignato, S., & Lipoma, M. (2016). Comparison of product and process oriented model accuracy for assessing countermovement vertical jump motor proficiency in pre-adolescents. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(3), 921. doi: 10.7752/jpes.2016.03145

Sgrò, F., Schembri, R., Nicolosi, S., Barresi, M., & Lipoma, M. (2013). Exergames for physical education: an overview about interaction design perspectives. *World Journal on Educational Technology*, 5(2), 248-256.

Sheehan, D. P., & Katz, L. (2012). The Impact of a Six Week Exergaming Curriculum on Balance with Grade Three School Children using the Wii FIT+™. *International Journal of Computer Science in Sport*, 11(3), 5-22.

Weir, T., & Connor, S. (2009). The use of digital video in physical education. *Technology, Pedagogy and Education*, 18(2), 155-171. doi: 10.1080/14759390902992642

Zhu, W., & Cole, E. L. (1996). Many-faceted Rasch calibration of a gross motor instrument. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67(1), 24-34. doi: 10.1080/02701367.1996.10607922