



Martina Petrini

Researcher | Department of Philosophical, Pedagogical and Social Sciences | University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara | martina.petrini@unich.it

Le innovazioni tecnologiche per un'educazione motoria inclusiva: tra corporeità ibride, virtualità e Intelligenza Artificiale

Technological Innovations for Inclusive Physical Education: Between Hybrid Bodies, Virtuality, and Artificial Intelligence

Call

The integration of emerging technologies into physical education is progressively reshaping access, participation, and engagement in physical and sports activities across both formal and informal educational settings. Innovations such as Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Artificial Intelligence (AI), and wearable devices offer significant advantages, including enhanced safety and injury prevention systems, the possibility of tailoring activities to individual abilities and specific needs, and increased motivation and engagement. However, despite generally positive findings from experimental studies on the application of these technologies, critical reflections highlight several issues, particularly regarding data privacy, potential risks linked to excessive and prolonged use, the comfort of certain devices, and economic accessibility. Building on these premises, this study aims to explore, from an inclusive perspective, the relationship between educational processes, emerging technologies, and body, with a particular focus on personalisation and accessibility.

Keywords: emerging technologies; physical education; embodied experience; inclusion; human interaction.

L'integrazione delle tecnologie emergenti nell'educazione fisica sta progressivamente ridisegnando l'accesso, la partecipazione e l'impegno nelle attività fisiche e sportive in contesti educativi formali e informali. Innovazioni come la Realtà Virtuale (VR), la Realtà Aumentata (AR), l'Intelligenza Artificiale (AI) e i dispositivi indossabili offrono vantaggi significativi, tra cui una maggiore sicurezza e sistemi di prevenzione degli infortuni, la possibilità di adattare le attività alle capacità individuali e alle esigenze specifiche, nonché una maggiore motivazione e un maggiore coinvolgimento. Tuttavia, nonostante i risultati generalmente positivi degli studi sperimentali sull'applicazione di queste tecnologie, le riflessioni critiche evidenziano diverse problematiche, in particolare per quanto riguarda la privacy dei dati, i potenziali rischi legati a un uso eccessivo e prolungato, il comfort di alcuni dispositivi e l'accessibilità economica. Partendo da queste premesse, questo studio si propone di esplorare, da una prospettiva inclusiva, il rapporto tra processi educativi, tecnologie emergenti e corpo, con particolare attenzione alla personalizzazione e all'accessibilità.

Parole chiave: tecnologie emergenti; educazione fisica; esperienza incarnata; inclusione; interazione umana.

OPEN ACCESS Double blind peer review

How to cite this article: Petrini, M. (2025). Technological Innovations for Inclusive Physical Education: Between Hybrid Bodies, Virtuality, and Artificial Intelligence. *Italian Journal of Special Education for Inclusion*, XIII, 1, 263-271 <https://doi.org/10.7346/sipes-01-2025-23>

Corresponding Author: Martina Petrini | martina.petrini@unich.it

Received: 31/03/2025 | **Accepted:** 09/06/2025 | **Published:** 30/06/2025

Italian Journal of Special Education for Inclusion | © Pensa MultiMedia®
ISSN 2282-6041 (on line) | DOI: 10.7346/sipes-01-2025-23



1. Introduzione

Nello scenario odierno caratterizzato da un'evoluzione tecnologica pervasiva e inarrestabile in cui tutti gli ambiti dell'esistenza umana stanno andando incontro a trasformazioni radicali, nessun settore disciplinare può eludere il confronto con le sfide che emergono da tali cambiamenti. In particolare, l'educazione fisico-motoria e sportiva, ispirandosi al paradigma della *Physical Literacy* (PL), è chiamata a riconsiderare obiettivi e metodi a partire da una riflessione sulla corporeità, i cui limiti e potenzialità nel contesto attuale sono costantemente riscritti e ampliati. Negli ultimi decenni il concetto di PL ha acquisito una crescente rilevanza nel campo delle scienze motorie e delle scienze dell'educazione, soprattutto grazie al lavoro di Margaret Whitehead che ha sottolineato la necessità di valorizzare la dimensione corporea dell'esistenza umana e i molteplici significati del movimento nel processo di formazione e autoformazione (Whitehead, 2010; 2019). La PL, nata con l'intento di fronteggiare la crisi dovuta a stili di vita inattivi e sedentari, è attenta allo sviluppo integrato della persona e sostiene in maniera equilibrata le dimensioni fisica, cognitiva, affettiva, psicologica e socio-relazionale (Sport Australian, 2019). La PL si configura, inoltre, come un costrutto teorico di natura interdisciplinare e intrinsecamente inclusivo, che si sostanzia in un modello volto a valorizzare la partecipazione di ogni persona alle attività motorie, indipendentemente da età, genere, condizione fisica o *background* socio-culturale. In questo senso, essa si discosta da una visione prestativa del movimento per abbracciare un approccio olistico, in cui la competenza motoria si intreccia con la motivazione, la fiducia e la consapevolezza del valore del movimento nella quotidianità (Whitehead, 2019; Sport for Canada, 2019). Nonostante il concetto di PL sia stato ampiamente accolto, riconosciuto e promosso in vari settori, la scelta dei termini "physical" e "literacy" è stata oggetto di numerose critiche ed evoluzioni. Come precisa Whitehead (2010), con l'aggettivo "physical" non si vuole enfatizzare la dimensione oggettiva e materiale del corpo, bensì la dimensione incarnata della persona in una prospettiva che coniuga il pensiero fenomenologico con l'*Embodied Theory* (Paloma & Tafuri, 2016). Allo stesso modo, per quanto concerne il termine "literacy" – considerato più idoneo rispetto a "competenza" – si fa riferimento al suo significato più esteso e dunque non solo all'acquisizione e allo sviluppo di abilità motorie, ma anche alla capacità di dare un senso al movimento nella propria esistenza (Whitehead, 2010; 2019). La PL rappresenta, dunque, un principio cardine intorno al quale dovrebbe essere riorganizzata l'educazione fisico-motoria e sportiva, poiché ha il merito di aver riportato l'attenzione su una visione integrata del movimento umano e di promuovere un modello di alfabetizzazione motoria volto a orientare il soggetto-persona verso lo sviluppo di un rapporto autonomo e consapevole con il proprio corpo e con l'ambiente circostante (Cairney *et al.*, 2019). Tuttavia, in un contesto sempre più permeato dalle tecnologie diventa necessario interrogarsi su come la PL possa evolversi ulteriormente al fine di favorire la comprensione dell'interazione tra l'essere umano e la tecnologia. In una realtà pervasa dalle istanze trasformative delle ICT, dell'IA e delle varie declinazioni della virtualità, è urgente rispondere alla domanda posta da Iannacone e Digennaro (2024) all'interno della loro riflessione sul rapporto tra corporeità e virtualità: "It is maybe time to thinking about a digital physical literacy?" (p. X).

I corpi per i quali bisogna edificare la "nuova literacy" sono corpi multipli, ibridi, in continuo mutamento; corpi vissuti che accolgono le nuove tecnologie e che con esse co-evolvono; corpi che si moltiplicano e che nel momento in cui sembrano dissolversi nel cyberspazio, riaffermano la propria esistenza e la propria irriducibilità (Sibilio *et al.*, 2023; Longo, 2013; 2014). L'intersezione tra il corpo e le varie tecnologie, da quelle "fisicamente" e "materialmente" più invasive ed evidenti a quelle meno percepibili, comporta non solo un'alterazione delle possibilità di movimento e di azione, ma anche una mutazione delle possibilità esistenziali e identitarie. Per tali motivi, nella società post-umana, post-digitale e post-mediale è indispensabile risignificare il concetto di corpo (Longo, 2013) e provare a immaginare un'educazione che tenga conto della complessità e della molteplicità dell'esperienza umana, includendo le dimensioni fisiche, simboliche e virtuali di corporeità ibride.

Come scrive Barone (2014): "lo sviluppo delle conoscenze tecnologiche, oggi, si muove in direzione di una concezione sistemico-enattiva, tanto che la maggior parte dei progetti di ricerca negli ambiti della robotica, della bio-ingegneria e delle tecnologie della comunicazione, ha assunto il corpo umano, con le



sue qualità e peculiarità fisiche e percettive, nell'interdipendenza con l'ambiente in cui agisce, come una nuova frontiera di implementazione delle nuove tecnologie" (p. 145). Il corpo, dunque, si fa portatore attivo – seppur non sempre consapevole – di dinamiche “tras-formative”: esso svanisce e si polverizza nel cyberspazio, assume una forma testuale nell'infosfera (Floridi, 2014), si moltiplica negli spazi virtuali, si potenzia e viene potenziato attraverso vari strumenti, accessori, innesti, aprendosi a continue e imprevedibili metamorfosi. Muovendo da tali premesse, il presente contributo si pone l'obiettivo di indagare in una prospettiva inclusiva il rapporto tra processi formativo-educativi in ambito motorio e sportivo, le tecnologie emergenti e la corporeità, focalizzandosi sui concetti di personalizzazione e accessibilità. A riguardo, è interessante menzionare il modello interpretativo fornito dall'*Inclusion Spectrum* (Black & Williamson, 2011; Grenier *et al.*, 2017) che, superando l'approccio dell'*Integration continuum* (Winnick, 1987), promuove e valorizza una pluralità di attività motorie e sportive senza gerarchie. Ad esempio, rientrano nell'*Inclusion Spectrum* sia le attività separate e/o adattate, pensate per rispondere a bisogni specifici, sia le attività progettate o riprogettate seguendo la prospettiva del *Design for all*, che mira a predisporre pratiche fruibili a tutti e a valorizzare la variabilità umana (Kiuppis, 2021; CAST, 2024). In linea con la cornice teorica delineata dall'*Inclusion Spectrum*, anche l'applicazione delle tecnologie nell'ambito dell'educazione motoria e sportiva sembra seguire due traiettorie che, seppure apparentemente divergenti, risultano complementari e dunque entrambe degne di attenzione: da un lato, l'adozione di strumenti ispirati ai principi della progettazione universale, dall'altro la ricerca di soluzioni altamente specifiche in risposta a bisogni particolari ed esigenze individuali. Queste due direzioni trovano concrete applicazioni in un panorama tecnologico in continua evoluzione, che sta profondamente trasformando l'esperienza motoria e sportiva e con essa il modo di percepire il proprio corpo, di interagire con lo spazio e di entrare in relazione con gli altri.

2. Tecnologie emergenti, educazione e sport

Il rapporto tra tecnologia e attività fisica è spesso analizzato a partire da una prospettiva semplicistica, nella quale la prima viene descritta come un fattore che può inibire o ridurre le possibilità di movimento delle persone, mentre la seconda viene interpretata come ultimo baluardo per contrastare la sedentarietà e le cattive abitudini legate agli illusori comfort offerti dal progresso tecnologico. Al contrario, gli ambiti in questione risultano profondamente interrelati e la loro evoluzione segue percorsi comuni e sinergici, con un impatto significativo sulla diversificazione e sull'ampliamento delle opportunità di movimento in un'ottica inclusiva. Le innovazioni tecnologiche hanno ridefinito le condizioni di accesso e di partecipazione alle attività fisiche e sportive, sia in contesti educativi formali che non formali. Uno degli esempi più immediati ed emblematici quando si pensa all'intersezione tra sport, movimento, inclusione e innovazione è senza alcun dubbio quello delle tecnologie assistive (Asare *et al.*, 2023; Laughlin *et al.*, 2018), che consentono a persone con disabilità di praticare attività fisica e di competere, anche ad alti livelli. Lo sviluppo di protesi, dispositivi, ausili e strumenti sempre più avanzati permette alle persone con disabilità di superare una serie di barriere e raggiungere prestazioni impensabili fino a qualche decennio fa. Tali progressi hanno dato avvio a un processo di cambiamento significativo delle attività e dei giochi fisico-sportivi, al fine di garantire il riconoscimento e la valorizzazione delle differenze attraverso la condivisione dell'esperienza motoria. In particolare nei contesti ludico-ricreativi ed educativi, i principi di inclusività e di equità hanno prevalso sulle logiche prestative, che sono maggiormente concentrate sul risultato e sulla spettacolarizzazione. L'integrazione delle tecnologie ha contribuito all'evoluzione e all'adattamento di alcuni sport e parallelamente ha favorito la progettazione di nuove pratiche motorio-sportive e forme di competizione che, adottando i principi della progettazione universale, promuovono la partecipazione negli stessi eventi di persone con e senza disabilità (Black & Williamson, 2011; Grenier *et al.*, 2017; Kiuppis, 2018; Giaconi *et al.*, 2021; Morsanuto *et al.*, 2023). L'implementazione delle tecnologie in questo settore sta, inoltre, ridefinendo il rapporto tra l'essere umano e il movimento, nonché il modo di relazionarsi con gli altri e con lo spazio circostante. Si pensi all'applicazione di tecnologie quali la Realtà Aumentata (RA),



la Realtà Virtuale (RV), la Realtà Mista (RM), i dispositivi indossabili e vari tipi di sensori (Fridhi & Bali, 2022; Kuleva *et al.*; 2024; Pratiwi & Loviani, 2024; Pérez-Munoz *et al.*, 2024). Queste tecnologie possono, inoltre, essere integrate con sistemi di Intelligenza Artificiale (IA), che ne potenziano le funzionalità (Zhang *et al.*, 2024), migliorando la personalizzazione dell'esperienza motoria, ottimizzando i processi di apprendimento e aumentando l'interattività in tempo reale.

Nella prospettiva di un'educazione motoria non rinchiusa entro i confini disciplinari dell'insegnamento a essa esplicitamente dedicato, bensì nell'ottica di una "scuola in movimento", è opportuno prendere in considerazione una serie di tecnologie volte alla riconfigurazione degli ambienti di apprendimento e al consolidamento del concetto di *smart classroom*. Il processo formativo-educativo avviene in una spazialità, che si configura come il risultato di una compenetrazione dinamica e fluida tra digitale e fisico. A riguardo, degno di attenzione è lo studio condotto da Zhang e colleghi (2024), i quali hanno elaborato una classificazione di sensori utilizzati per la realizzazione di aule intelligenti, indagando anche il ruolo dell'IA. Il contributo è interessante ai fini della presente riflessione, in quanto l'impiego di questi sensori è finalizzato alla promozione del benessere psico-fisico degli studenti, al monitoraggio di dati fisiologici e comportamentali e alla gestione di esperienze di apprendimento personalizzate. In queste aule si realizza l'integrazione di diverse tecnologie, in particolare le ICT, Internet of Things e una vasta gamma di sensori. Tra questi ultimi è stato evidenziato il ruolo dei sistemi di *eye tracking* per monitorare il livello di attenzione degli studenti, dei sensori ambientali che controllano e regolano l'ambiente interno (es: temperatura, umidità, illuminazione, livello sonoro, livello di rumore) con l'obiettivo di rendere lo spazio fisico confortevole e, infine, dei sensori biometrici che registrano e monitorano gli indicatori fisiologici e comportamentali (espressione, movimento, postura, temperatura corporea, frequenza cardiaca) per ricavarne dati relativi allo stress e ai livelli di attenzione. L'utilizzo di tali sensori, spesso integrati con l'IA, si presenta come un supporto innovativo per il processo di insegnamento-apprendimento, che da un lato aumenta le opportunità di personalizzazione e dall'altro genera interrogativi etico-pedagogici legati alla privacy, agli alti costi di implementazione, nonché alle eventuali conseguenze prodotte dall'assunzione di modalità comunicativo-relazionali quasi completamente mediate dalla tecnologia.

Sempre più diffusa è l'applicazione di RV, RA e RM nel campo dell'educazione fisica, rispetto alla quale si registrano benefici che riguardano soprattutto il coinvolgimento e la motivazione degli studenti, l'interesse per la disciplina, la forma fisica e l'apprendimento motorio (Pérez-Munoz *et al.*, 2024). Nonostante l'impatto di queste tecnologie emergenti da un punto di vista didattico risulti prevalentemente positivo, emergono delle difficoltà concernenti il processo di adattamento all'impiego dei vari strumenti e dispositivi da parte di studenti e insegnanti (Fraillon *et al.*, 2014). Oltre al costo delle attrezzature, elemento di discussione costante in riferimento al rapporto tra processi formativi e tecnologie avanzate, altre questioni cruciali riguardano la valutazione dell'impatto sulla salute degli studenti, la necessità di fornire una formazione di qualità agli educatori e la comprensione delle conseguenze dovute all'isolamento digitale. Se da un lato le tecnologie aumentano le possibilità comunicative, dall'altro diminuiscono le occasioni di una relazionalità e di un dialogo *vis-à-vis*, dove la fisicità dei corpi, con i suoi molteplici linguaggi, crea le condizioni per la condivisione, la compresenza, il "con-tatto" tra le persone.

L'uso di RV, RA e RM rivoluziona non solo il processo di insegnamento-apprendimento ma anche quello di valutazione, grazie alla possibilità di *feedback* immediati e alla disponibilità di una grande quantità di dati *evidence-based* (Kuleva *et al.*, 2024; Pérez-Munoz *et al.*, 2024).

Nello specifico, come viene sottolineato da Kuleva e colleghi (2024), l'implementazione della tecnologia virtuale, caratterizzata da ambienti tridimensionali immersivi, favorisce un apprendimento esperienziale che stimola i processi cognitivi attraverso un'interazione diretta con scenari simulati. Queste modalità consentono agli utenti di apprendere e potenziare abilità motorie in uno spazio controllato, riducendo il rischio di infortuni e permettendo di personalizzare l'allenamento in base alle esigenze specifiche di ciascuno.

La VR dà agli studenti la possibilità di sperimentare varie discipline sportive e di apprenderne tecniche e regolamenti, usufruendo di un'offerta sportiva diversificata e non limitata alle attività comunemente



svolte in un determinato contesto socio-culturale. Questo permette agli studenti di entrare in contatto con tipi di sport che in assenza di VR non avrebbero mai conosciuto e provato.

La RA, invece, sovrapponendo informazioni ed elementi digitali al mondo fisico, risulta particolarmente efficace per l'apprendimento motorio, poiché consente di visualizzare feedback visivi in tempo reale, che l'utente acquisisce mentre esegue l'esercizio (Pérez-Munoz *et al.*, 2024). Proprio per tali motivi, la RA viene ampiamente utilizzata come strumento di supporto soprattutto per allenamenti che riguardano la tecnica e la postura. Le applicazioni della RA forniscono indicazioni per guidare il movimento degli utenti e consentono anche di visualizzare immagini anatomiche interattive che possono facilitare la comprensione degli aspetti relativi alla biomeccanica, all'anatomia, alla fisiologia. Anche in questo caso, la dimensione corporea è protagonista assoluta dell'esperienza di apprendimento, che si realizza per mezzo di un'interazione tra l'io-corpo e lo spazio ibrido. L'integrazione di RA e RV contribuisce al processo di formazione della persona e trasforma il rapporto tra percezione, azione e rappresentazione del sé corporeo, che si riflette sia sulle possibilità di esplorazione e autoregolazione del movimento sia sullo sviluppo dell'identità personale.

Interessanti considerazioni sull'introduzione delle tecnologie nell'educazione motoria si trovano, inoltre, in una serie di ricerche che indagano potenzialità e rischi dell'uso dell'IA (Yang *et al.*, 2020; Wan, 2022; Xiang, 2022; Pratiwi & Loviani, 2024; Ascione, 2024). La *review* elaborata da Pratiwi & Loviani (2024) sul ruolo dell'IA nell'ambito dell'educazione motoria nella scuola primaria fornisce spunti importanti per inquadrare la questione da una prospettiva capace di trovare un equilibrio tra le posizioni tecno scettiche e quelle guidate da un ottimismo incondizionato verso le innovazioni. Lo studio mette in evidenza i benefici derivanti dall'integrazione dell'IA in programmi di educazione motoria, con particolare riferimento al miglioramento della motivazione, dell'impegno, nonché dei risultati di apprendimento. L'analisi dei dati in tempo reale consente un approccio *evidence-based*, che facilita il monitoraggio dei progressi e una personalizzazione delle attività didattiche. Tuttavia lo studio di Pratiwi & Loviani (2024), spostando l'attenzione dai potenziali benefici dell'IA alle modalità attraverso le quali introdurla, riflette ampiamente sulla necessità di usare la tecnologia, preservando la qualità delle interazioni sociali sia tra gli studenti che tra gli studenti e gli insegnanti. Un'ulteriore raccomandazione riguarda l'esigenza di introdurre gradualmente l'IA, adottando un approccio teso a garantire il rispetto della riservatezza dei dati, l'equità nell'accesso a tali risorse e l'eliminazione di eventuali pregiudizi e stereotipi. Lo studio, inoltre, sottolinea la presenza di alcuni rischi derivanti da un uso eccessivo di strumenti tecnologici, che riguardano soprattutto le dimensioni dell'autonomia personale e della creatività. Per questi motivi, l'implementazione delle tecnologie emergenti – ancora tendenzialmente in fase esplorativa – dovrebbe fondarsi su tre elementi essenziali: percorsi di formazione degli insegnanti in linea con le sfide educative della complessità; interventi che preparino gli studenti all'uso consapevole delle tecnologie; progettazione condivisa di strumenti da utilizzare nella didattica da parte di équipe multidisciplinari (Fraillon *et al.*, 2015).

3. Le potenzialità inclusive delle tecnologie nell'educazione motoria e sportiva

Le tecnologie descritte nel precedente paragrafo hanno un alto potenziale inclusivo che si fonda sostanzialmente sui criteri di accessibilità e di personalizzazione. Dispositivi indossabili, piattaforme interattive, RV, RA e RM – in alcuni casi ottimizzate attraverso l'integrazione di IA – si configurano infatti come tecnologie capaci di rimuovere diverse barriere e di agevolare l'esperienza motoria e sportiva delle persone, andando incontro a bisogni ed esigenze specifiche (Kang & Kang, 2019; Fridhi & Bali, 2022; Asare *et al.*, 2023; Fu & Ji, 2023; Ke *et al.*, 2024; Arbili *et al.*, 2025). L'uso delle tecnologie emergenti in questo ambito è ancora in fase sperimentale e i risultati, seppur tendenzialmente incoraggianti, pongono una serie di questioni legate soprattutto alla riservatezza dei dati, ai rischi dovuti a un uso eccessivo e prolungato di tecnologie, al comfort di alcuni dispositivi, alla loro accessibilità economica. Inoltre, diversi studiosi sottolineano la necessità di condurre ricerche su campioni più ampi e diversificati, per verificare l'attendibilità e la replicabilità di determinate esperienze, nella consapevolezza della complessità delle dinamiche con-



nesse all'impiego di tecnologie in continua evoluzione e al coinvolgimento di persone che vivono condizioni esistenziali estremamente differenti.

Per comprendere il potenziale delle tecnologie nell'ambito delle attività motorie e sportive è fondamentale analizzare le applicazioni di tali strumenti in relazione a bisogni ed esigenze concrete che ne dimostrino l'efficacia e le possibili criticità. A tal fine, si ritiene opportuno proporre due esempi significativi, che consentono di esplorare le implicazioni etiche e pedagogiche derivanti dall'uso delle più recenti tecnologie in percorsi di formazione sportiva rivolti a persone con disabilità: nello specifico ci si riferisce all'impiego di dispositivi indossabili per il monitoraggio e la gestione dell'esperienza sportiva di persone con disturbo dello spettro autistico (Arbili *et al.*, 2025) e all'integrazione dell'AR nei sistemi di allenamento per persone con disabilità motoria che usano la sedia a rotelle (Ke *et al.*, 2024).

L'impiego di sensori e dispositivi indossabili (in particolare, *smart phones*, *smart watches*, *smart rings*, GPS, cardiofrequenzimetri) sta già da qualche decennio rivoluzionando i processi di programmazione, di monitoraggio e di analisi delle prestazioni in ambito sportivo, tanto in fase di allenamento quanto durante le competizioni. L'integrazione di queste tecnologie nel settore sportivo ha parzialmente trasformato il ruolo e il lavoro dell'allenatore, nonché la relazione tra il coach e l'atleta, poiché la raccolta di dati e i feedback immediati diventano protagonisti dell'analisi condivisa, che precedentemente era affidata al dialogo, alla capacità di esprimere e di interpretare le sensazioni e le percezioni in merito allo sforzo, alla fatica, alla stanchezza. Tali tecnologie, sperimentate anche nell'ambito dell'educazione fisica e sportiva, forniscono informazioni utili non solo per l'ottimizzazione delle prestazioni, ma anche per la prevenzione di infortuni e per la personalizzazione dell'esperienza motoria, attraverso un approccio *evidence based*, consapevole, sicuro e inclusivo. Diversi studi hanno approfondito la possibilità di utilizzare tali dispositivi per favorire l'accesso alla pratica sportiva di persone con disturbo dello spettro autistico, contribuendo al tempo stesso a migliorare la loro esperienza motoria (Nguyen *et al.*, 2021; Douglas *et al.*, 2021; Arbili *et al.*, 2025). Le persone con disturbo dello spettro autistico incontrano spesso una serie di problematiche che ostacolano la loro partecipazione alle attività fisico-sportive, in particolare difficoltà legate alla coordinazione motoria, all'interazione sociale e alla gestione di stimoli sensoriali. Tali sfide non solo rendono più complesso il coinvolgimento in attività motorie e la possibilità di fare esperienze di movimento condivise, ma aumentano anche il rischio di infortuni e di disagio emotivo durante la pratica. Proprio per questo, i dispositivi indossabili si configurano come strumenti innovativi che, monitorando una serie di parametri fisiologici e biomeccanici in tempo reale, offrono degli indicatori per intercettare l'insorgenza di ansia, stress, affaticamento fisico e comportamenti aggressivi o problematici nonché per prevenire infortuni e collisioni. In particolare, attraverso vari sensori (tra cui sensori di movimento, sensori di prossimità, sensori per il rilevamento della frequenza cardiaca e della variabilità della frequenza cardiaca, sistemi di geolocalizzazione, sensori per il rilevamento della temperatura dell'ambiente, ecc.) è possibile monitorare e analizzare in maniera integrata una serie di dati relativi alle condizioni individuali della persona (fisiologiche e comportamentali) e informazioni sul contesto ambientale. La combinazione di questi dati e la loro valutazione completa e immediata consente sia di agire "in tempo reale", durante lo svolgimento delle attività, garantendo la sicurezza e il benessere psico-fisico delle persone coinvolte, sia di elaborare interventi personalizzati volti al miglioramento e al potenziamento delle abilità motorie. Come anticipato sopra, per sfruttare in maniera ottimale e sicura il potenziale di queste tecnologie sono necessari ulteriori approfondimenti e applicazioni in contesti educativo-sportivi formali e non formali, cercando di affrontare le questioni tecniche, pratiche ed etiche (Arbili *et al.*, 2025). Nello specifico, le criticità individuate riguardano la tutela della privacy, l'affidabilità e l'accuratezza dei dati, il comfort dei dispositivi, i costi delle tecnologie, la possibilità di renderle accessibili in maniera equa e infine l'intersezione di dispositivi indossabili con altre tecnologie (VR, AR, MR, ecc.).

Un altro esempio interessante è quello riguardante lo studio di Ke e colleghi (2024), che esplora innovative strategie per lo sviluppo e l'allenamento di capacità e abilità motorie volte a utilizzare in maniera efficace e sicura la sedia a rotelle. Nello specifico, la ricerca offre un modello alternativo per la riabilitazione e la rieducazione motoria di persone con lesioni del midollo spinale, nel tentativo di affrontare alcune delle difficoltà che caratterizzano tradizionalmente tali processi nei contesti socio-sanitari. Per



manovrare correttamente la sedia a rotelle è necessario sviluppare diverse abilità motorie avanzate, che includono la capacità di sollevare leggermente le ruote anteriori (*wheelie*) per superare ostacoli, scalini e superfici sconnesse, di gestire superfici con pendenze (sia in salita sia in discesa), mantenere una corretta postura e l'equilibrio generale e consolidare una tecnica di spinta efficace per eseguire curve, retromarcia, avanzamento. L'acquisizione e il consolidamento di tali abilità è cruciale per le persone che utilizzano la sedia a rotelle, in quanto migliorano la mobilità indipendente, facilitano la partecipazione sociale, potenziano l'autonomia e il senso di autoefficacia e contribuiscono al miglioramento della qualità della vita. Accanto a modelli tradizionali, incentrati principalmente su dimostrazioni pratiche e su indicazioni verbali, a forme di apprendimento autodiretto e corsi di formazione online, sono in via di sviluppo metodi che integrano tecnologie innovative, come il feedback visivo avanzato (IVF) e la Realtà Aumentata (RA). Queste nuove modalità di sviluppo e di allenamento delle abilità motorie offrono numerosi vantaggi, in quanto permettono di ottenere un feedback in tempo reale sui movimenti e sulla postura, migliorando l'efficacia del processo di insegnamento-apprendimento (Ke *et al.*, 2024). Nello specifico, l'integrazione di IVF e di RA fornisce una rappresentazione visiva chiara delle tecniche e consente agli utenti di osservare e comprendere i movimenti e le posture necessarie per eseguire i compiti motori, soprattutto grazie alla sovrapposizione dinamica di elementi digitali (grafici, indicatori di stabilità, angoli articolari, zone di riferimento) resa possibile dalla RA. Tali elementi digitali non solo mostrano l'esecuzione ottimale del movimento e della postura, ma forniscono informazioni aggiuntive riguardo alla posizione del baricentro, alla velocità e alla direzione del movimento, migliorando l'auto-percezione corporea e la consapevolezza spaziale e temporale del soggetto. Inoltre, i sistemi che utilizzano IVF e RA risultano molto efficaci poiché si fondano sulla possibilità di personalizzare il programma di rieducazione motoria e di allenamento in base alle particolari caratteristiche fisiche (età, altezza, ecc.) e al funzionamento specifico della persona, e rendono l'esperienza motoria piacevole, stimolante e coinvolgente. Anche in questo caso sono stati discussi gli elementi di criticità, che riguardano innanzitutto l'accessibilità economica, la necessità di avere a disposizione uno spazio fisico adeguato all'utilizzo di tali sistemi e infine la questione relativa al realismo di tali esperienze simulate (Ke *et al.*, 2024).

I due esempi presentati confermano il potenziale straordinario delle tecnologie nell'ambito dell'educazione fisico-motoria e sportiva soprattutto in un'ottica inclusiva, in quanto consentono di personalizzare l'esperienza di movimento e di predisporre interventi calibrati sulle specifiche esigenze concrete delle persone. Tuttavia, è importante riconoscere che l'impiego delle tecnologie apre sfide inedite che riguardano soprattutto la possibilità di utilizzare tali strumenti in modo consapevole e non invasivo, nel rispetto del benessere della persona.

4. Conclusioni

L'introduzione delle tecnologie emergenti nell'ambito dell'educazione motoria e sportiva offre numerose opportunità, che riguardano l'ottimizzazione dei sistemi per la prevenzione e delle condizioni di sicurezza, la possibilità di personalizzare l'attività in funzione delle capacità, delle esigenze e degli interessi specifici di ciascuna persona, il miglioramento della motivazione, del coinvolgimento e della rapidità di apprendimento. L'intensificarsi dell'interazione tra l'essere umano e le alterità non umane, prime fra tutte quelle tecnologiche, che si realizza nel corpo e per mezzo del corpo, impone alla pedagogia di ripensare il processo formativo-educativo all'interno di un contesto multidimensionale, dove i confini tra fisico e digitale risultano sempre più fluidi e sfumati. L'uso delle molteplici declinazioni della virtualità nell'educazione motoria, inoltre, rischia di alterare alcuni degli aspetti più significativi della disciplina: la condivisione dell'esperienza motoria in spazi fisici, l'incontro e il confronto dei corpi e tra i corpi, l'essenza della materialità educativa.

In questo nuovo scenario il costrutto di PL non può limitarsi allo sviluppo della dimensione fisico-corporea; al contrario, integrando elementi essenziali della *media literacy*, della *digital literacy* e della *social media literacy* (Cho *et al.*, 2024; Potter & McDougall, 2017), dovrebbe concentrarsi sulla comprensione,



sullo sviluppo e sull'espressione della corporeità in contesti iper-tecnologizzati e iper-connessi. Come scrive Barone (2014): "Il tema [...] è allora quello dell'ibridazione continua che riconfigura l'umano come sistema vivente nell'interdipendenza sistemica di corpo-ambiente-tecnologie" (p. 145) e di conseguenza "l'efficacia della formazione sarà sempre più caratterizzata dalla maggiore o minore capacità di favorire l'interdipendenza del sistema costituito da corpo-ambiente-tecnologie" (p. 148), nel rispetto della dignità umana (Bruni, 2024). In particolare, si evidenzia l'urgenza di aprire piste di ricerca tese ad approfondire gli aspetti etici e pedagogici riguardanti la relazione educativa, poiché se è vero che le tecnologie potrebbero supportare il lavoro degli insegnanti, è altrettanto vero che le stesse potrebbero mettere in discussione la centralità della figura del docente e del suo ruolo di guida responsabile del processo di insegnamento-apprendimento. È necessario, pertanto, promuovere un uso consapevole e critico di tali strumenti, capace di rispettare la diversità, di contribuire allo sviluppo dell'autonomia e di tutelare l'integrità psico-fisica della persona.

Riferimenti bibliografici

- Arbili, O., Rokach, L., & Cohen, S. (2025). Wearable Sensors for Ensuring Sports Safety in Children with Autism Spectrum Disorder: A Comprehensive Review. *Sensors*, 25, 1409. <https://doi.org/10.3390/s25051409>.
- Asare, F., Townsend, R. C., & Burrows, L. (2023). Disentangling assistive technology: exploring the experiences of athletes with physical impairments in disability sport. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 15(6), 729-741.
- Ascione, A. (2024). Physical Education And Artificial Intelligence At School. *Journal of Inclusive Methodology and Technology in Learning and Teaching*, 1-11.
- Barone P. (2014), *Embodiment, formazione e post-umanesimo*. In P. Barone, A. Ferrante, & D. Sartori (eds.), *Formazione e post-umanesimo. Sentieri pedagogici nell'età della tecnica* (pp. 133-150). Milano: Raffaello Cortina.
- Black, K., & Williamson, D. (2011). *Designing inclusive physical activities and games*. In A. Cereijo-Roibas, E. Stamatikis, & K. Black (Eds.), *Design for sport* (pp. 195-224). Farnham: Gower.
- Bruni, E.M. (2024). Il paradigma della cura educativa: dignità e processi formativi. In S. Pinelli, A. Fiorucci, & C. Giacconi (a cura di), *I linguaggi della Pedagogia Speciale. La prospettiva ei valori e dei contesti di vita* (pp. 228-231). Lecce: Pensa Multimedia.
- Cairney, J., Dudley, D., Kwan, M., Bulten, R., & Kriellaars, D. (2019). Physical literacy, physical activity and health: Toward an evidence-informed conceptual model. *Sports medicine*, 49, 371-383.
- CAST (2024). *Universal Design for Learning Guidelines version 3.0*. <https://udlguidelines.cast.org>.
- Cho, H., Cannon, J., Lopez, R., & Li, W. (2024). Social media literacy: A conceptual framework. *New media & society*, 26(2), 941-960.
- Douglas, S.N., Shi, Y., Das, S., & Biswas, S. (2021). Validation of wearable sensor technology to measure social proximity of young children with autism spectrum disorders. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 37(1), 24-33.
- Floridi, L. (2014). *The Fourth Revolution. How the infosphere is Reshaping Human Reality*. Oxford: OUP. (Trad. it., *La quarta rivoluzione. Come l'infosfera sta trasformando il mondo*, Milano, Raffaello Cortina, 2017).
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Gebhardt, E. (2014). *Preparing for Life in a Digital Age: The IEA International Computer and Information Literacy Study International Report*. Heidelberg: Springer Open.
- Fridhi, A., & Bali, N. (2022). Augmented Reality in Sports Education and Training for Children with an Autism Spectrum Disorder. *Neurophysiology*, 54, 73-79.
- Fu, W., & Ji, C. (2023). Application and Effect of Virtual Reality Technology in Motor Skill Intervention for Individuals with Developmental Disabilities: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4619. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054619>.
- Giacconi, C., Del Bianco, N., D'Angelo, I., & Capellini, A. (2021) (a cura di). *La pedagogia speciale incontra gli atleti con disabilità: riletture, riflessioni epistemologiche e percorsi per la qualità della vita*. Milano: FrancoAngeli.
- Grenier, M., Miller, N., & Black, K. (2017). Applying Universal Design for Learning and the Inclusion Spectrum for students with severe disabilities in general physical education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 88(6), 51-56. <https://doi.org/10.1080/07303084.2017.1330167>.
- Iannaccone, A., & Digennaro, S. (2024). Toward the era of digital physical literacy education. A literature review. *Sport Sci Health. Springer-Verlag*. <https://doi.org/10.1007/s11332-024-01174-z>.



- Kang, S., & Kang, S. (2019). The study on the application of virtual reality in adapted physical education. *Cluster computing*, 22, 2351–2355.
- Ke, X.W., Wang, Y.T., Shi, A., Zheng, Z., Phillips, D., Long, D., Chen, S., & Berk, B. (2024). Application of visual feedback and AR-enhanced wheelchair skill training. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 1-10.
- Kiuppis, F. (2018) (Ed.). *Sport and Disability. From Integration Continuum to Inclusion Spectrum*. Oxon: Routledge.
- Kiuppis, F. (2021). *Disability inclusion in sport for all: Baskin as a best practice model*. In E.C.J. Pike (Ed.), *Research Handbook on Sports and Society* (pp. 291-306). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Kuleva, M. (2024). Exploring the integration of virtual reality in physical education: A comprehensive review. *Environment. Technologies. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 2, 197-201.
- Laughlin, M.K., Murata, N.M., Gonnelli, M., & Larranaga, J. (2018). Assistive technology: What physical educators need to know. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 89(3), 38-45.
- Longo, G.O. (2013). *Il simbiote. Prove di umanità futura*. Udine: Mimesis.
- Longo, G.O. (2014). *Corpo e tecnologia. Verso i post-umano?*. In P. Barone, A. Ferrante, & D. Sartori, (a cura di), *Formazione e post-umanesimo. Sentieri pedagogici nell'età della tecnica* (pp. 87-99). Milano: Raffaello Cortina.
- Morsanuto, S., Peluso Cassese, F., Tafuri, F., & Tafuri, D. (2023). Outdoor Education, Integrated Soccer Activities, and Learning in Children with Autism Spectrum Disorder: A Project Aimed at Achieving the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda. *Sustainability*, 15(18), 13456.
- Nguyen, J., Cardy, R., Anagnostou, E., Brian, J., & Kushki, A. (2021). Examining the effect of a wearable, anxiety detection technology on improving the awareness of anxiety signs in autism spectrum disorder: A pilot randomized controlled trial. *Molecular Autism*, 12, 72.
- Paloma, F.G., & Tafuri, D. (2016). Embodied Cognition. Body, movement and sport for didactics. *Italian Journal of Educational Research*, 17, 41-52.
- Pérez-Munoz, S., Castano Calle, R., Morales Campo, P.T., & Rodríguez-Cayetano, A. (2024). A Systematic Review of the Use and Effect of Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality in Physical Education. *Information*, 15, 582. <https://doi.org/10.3390/info15090582>.
- Potter, J., & McDougall, J. (2017). *Digital Media, Culture and Education. Theorising Third Space Literacies*. London: Palgrave Macmillan.
- Pratiwi, F., & Loviani, S.D. (2024). Leveraging Artificial Intelligence to Enhance Physical Education in Elementary Schools: A Systematic Review and Future Directions. *Indonesian Journal of Sport Management*, 4(3).
- Sibilio, M., Di Tore, S., Todino, M. D., Lecce, A., Viola, I., & Campitiello, L. (2023). MetaWelt: embodied in which body? Simplex didactics to live the web 3.0. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 111-119). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Sport Australian (2019). *The Australian Physical Literacy Framework*. The Australian Physical Literacy Framework.
- Sport for Life Canada (2019). *Developing physical literacy: Building a new normal for all Canadians*. *Sport for Life Society*. https://physicallit.wpengine.com/wp-content/uploads/2020/01/DPL-2_EN_web_November_2019-1.pdf.
- Wan, Y. (2022). Design and Practice of Artificial Intelligence in Physical Education System. *International Journal of Computer Applications*, 6(1), 418-423. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-044-2_53.
- Whitehead, M. (2010) (Ed.). *Physical literacy. Throughout the lifecourse*. Oxon: Routledge.
- Whitehead, M. (2019) (Ed.). *Physical literacy across the world*. Oxon: Routledge.
- Winnick, J.P. (1987). An integration continuum for sport participation. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 4(3), 157-161.
- Xiang, W. (2022). Application and Prospect Analysis of Artificial Intelligence in the Field of Physical Education. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1042533>.
- Yang, D., Oh, E.S., & Wang, Y. (2020). Hybrid physical education teaching and curriculum design based on a voice interactive artificial intelligence educational robot. *Sustainability*, 12(19), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su12198000>.
- Zhang, X., Ding, Y., Huang, X., Li, W., Long, L., & Ding, S. (2024). Smart Classrooms: How Sensors and AI Are Shaping Educational Paradigms. *Sensors*, 24, 5487. <https://doi.org/10.3390/s24175487>.