



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**L'INFLUENZA DELL'ATTIVITA' MOTORIA SULLO SVILUPPO DEI
PROCESSI COGNITIVI E DI APPRENDIMENTO IN ETA' EVOLUTIVA**

Relatore: Prof. Pagano Francesco

Laureanda: Lobba Chiara

N° di matricola: 2013137

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

Introduzione.....	3
Capitolo 1: Sviluppo cerebrale, sensomotorio e cognitivo in età evolutiva.....	5
1.1. Concetto di età evolutiva.....	5
1.2. Sviluppo psicomotorio in età evolutiva.....	6
1.3. Principi di neuroscienze e organizzazione neurologica.....	9
1.3.1. Sviluppo del Sistema Nervoso Centrale.....	10
1.3.2. Plasticità del sistema nervoso.....	12
1.4. Sviluppo cognitivo.....	13
1.4.1. Sviluppo cognitivo secondo Piaget.....	13
1.4.2. Visioni contemporanee dello sviluppo della mente del bambino: le funzioni esecutive.....	15
1.4.3. Sviluppo delle funzioni esecutive.....	17
1.4.4. Capacità metacognitive.....	19
1.5. Capacità cognitive di base.....	19
Capitolo 2: Interazione tra processi cognitivi e attività motoria in età evolutiva...21	
2.1. L'efficacia dell'attività motoria nello sviluppo dei processi cognitivi.....	21
2.2. Variazioni fisiologiche date dall'esercizio fisico.....	24
2.2.1. Allenamento aerobico per lo sviluppo dei processi cognitivi.....	25
2.2.2. Cambiamenti morfologici cerebrali dati dall'attività motoria.....	28
2.2.3. Neoformazione di cellule nervose e aumento dei neurotrasmettitori.....	29
2.2.4. Aumento delle neurotrofine.....	30
2.2.5. Sovrappeso e funzioni cognitive.....	30
2.2.6. Grado di impegno mentale nell'attività motoria e sviluppo cognitivo.....	30
2.3. Fattori condizionanti il rendimento scolastico.....	31
2.3.1. Benefici dell'attività motoria sul rendimento scolastico.....	32
2.3.2.1 Apprendimento.....	38
2.3.2.2. Le curve di apprendimento.....	39
2.3.2.3. Teorie dell'apprendimento.....	41

2.4. Richieste cognitive dell'esercizio fisico in età evolutiva, principi legati alla psicologia dell'azione.....	42
2.4.1 Controllo motorio.....	42
2.4.2. L'apprendimento motorio	43
2.4.3. Gli stadi dell'apprendimento.....	44
2.4.4. Apprendimento e memoria.....	45
2.5. Energia mentale legata all'apprendimento.....	50
2.6. Funzioni esecutive legate all'attività motoria.....	51

Capitolo 3: Approcci pedagogici e metodologici per favorire l'interconnessione cognitiva e motoria.....53

3.1. Ruolo del gioco nell'apprendimento motorio e cognitivo.....	53
3.1.1. I giochi di movimento.....	54
3.2. La multilateralità nell'età infantile e giovanile	56
3.2.1. Multilateralità e sviluppo del sistema nervoso centrale	56
3.2.2. Ruolo dell'insegnante/allenatore nello sviluppo dell'apprendimento motorio e cognitivo.....	58
3.3. Disturbi nello sviluppo cognitivo e motorio	59
3.4. Metodologie didattiche dell'attività motoria in Italia e in Europa per favorire l'apprendimento scolastico.....	63
4. Discussione e conclusioni.....	67

Bibliografia.....69

Ringraziamenti.....73

Introduzione

Nell'ultimo ventennio, i progressi compiuti nei campi delle neuroscienze e della psicologia dell'apprendimento, hanno potuto evidenziare il forte legame tra l'attività cerebrale (ovvero l'attività mentale) e l'attività motoria.

Tale tematica merita di essere approfondita, in quanto oggi, il drastico aumento della sedentarietà e dell'inattività fisica da parte non solo degli adulti ma anche dei più giovani, incide negativamente sia sulla salute fisica che sui processi mentali.

Lo scopo di questa ricerca è quello di indagare, nella letteratura scientifica, come l'attività motoria in età evolutiva rappresenti un fattore molto importante nello sviluppo dei processi cognitivi e di apprendimento dei bambini. In particolare, la trattazione che qui si intende sviluppare, comprende una serie di studi che hanno analizzato come varie proposte di attività motoria in età evolutiva permettano un miglioramento della performance accademica (oltre a quella cognitiva), rispetto a bambini fisicamente inattivi.

Lo sviluppo di tale elaborato si concentrerà inizialmente sull'analisi anatomica e funzionale delle strutture cerebrali e di come esse si sviluppino durante l'arco della vita di un individuo. Si analizzeranno successivamente le principali tappe dello sviluppo cognitivo in età evolutiva, confrontando le visioni di psicologi e pedagogisti come Piaget, con delle teorie più contemporanee che mettono alla luce un aspetto molto importante della cognizione, ovvero quello delle funzioni esecutive.

Il lavoro di ricerca proseguirà poi con l'analisi degli studi che hanno focalizzato l'attenzione sui fattori dell'attività motoria condizionanti il rendimento scolastico, studiando le variazioni morfologiche e fisiologiche cerebrali indotte dall'esercizio.

Gli studi presi in esame verteranno prevalentemente sul rilevamento delle differenze tra diversi protocolli di allenamento aerobico (acuto o cronico), sul grado di impegno mentale indotto da diversi giochi di movimento e su come questi ultimi possano svolgere un ruolo importante nello sviluppo delle principali funzioni esecutive.

L'ultimo capitolo sarà dedicato ad una riflessione riguardante i diversi approcci pedagogici e metodologici dell'attività motoria, come l'approccio multilaterale, con un focus più specifico sull'importanza del gioco.

Infine, verranno elencati i principali disturbi dello sviluppo cognitivo e motorio, analizzando come l'attività motoria possa avere un'influenza positiva su tali patologie.

Capitolo 1: Sviluppo cerebrale, sensomotorio e cognitivo in età evolutiva

1.1. Concetto di età evolutiva

L'arco di vita per ogni uomo si suddivide in tre ampi periodi:

- Età evolutiva
- Età della stabilizzazione
- Età dell'involuzione

In questo elaborato, in particolare, si prenderà in esame solamente la fase dell'età evolutiva.

Per età evolutiva si fa riferimento ad un periodo della vita di un individuo che va dalla nascita all'età adulta ed è caratterizzata dal susseguirsi di tre processi fondamentali: la crescita, la maturazione e lo sviluppo.

Nello specifico, con il termine *crescita* si fa riferimento all'aumento delle dimensioni corporee globali dell'intero organismo, per *maturazione*, invece, si intende quel processo che accompagna ogni tessuto, ogni organo e ogni sistema del corpo da uno stato di temporanea immaturità ed efficienza ad uno stato biologicamente maturo; infine, con il termine *sviluppo* si fa riferimento a quel processo di acquisizione/apprendimento di varie competenze in diversi ambiti quali emotivo, cognitivo, sociale e motorio.

Tali processi avvengono parallelamente e interagendo tra di loro e, seppur comuni a tutta la specie umana, si evolvono in modo individuale e soggettivo, garantendo una formazione personale differenziata ed eterogenea fino all'età adulta.

In particolare, i processi di crescita e di maturazione sono principalmente influenzati da fattori genetici e solo in misura minore dall'ambiente in cui una persona cresce. D'altra parte, lo sviluppo individuale di una persona, oltre ad essere influenzato dai processi di crescita e maturazione, è ampiamente modellato dall'ambiente in cui essa nasce e cresce e dunque, come vedremo successivamente, i periodi di crescita dalla nascita all'adolescenza, saranno caratterizzati da uno sviluppo fisico e mentale più marcato e rilevante e saranno anni di grande importanza per l'acquisizione di abilità motorie e di funzionalità cognitive.

Andrò ora ad analizzare in modo più dettagliato le tappe dello sviluppo cognitivo e motorio che coinvolgono la vita di un individuo.

1.2. Sviluppo psicomotorio in età evolutiva

Lo sviluppo psicomotorio è un processo di maturazione di un individuo, che va dai primi anni di vita fino al suo sviluppo completo, consentendo al bambino di acquisire competenze e abilità posturali, motorie, cognitive e relazionali.

In particolare, esso può essere suddiviso tramite il susseguirsi di stadi (o fasi) che vengono raggiunte secondo una sequenza universalmente analoga ma con tempi e modalità variabili per ogni bambino, poiché dipendenti dalla maturazione del Sistema Nervoso Centrale.

Negli ultimi anni sono stati condotti numerosi studi di “neuroimaging” che hanno evidenziato come i processi di sinaptogenesi, particolarmente attivi nei primi mesi di vita, siano modulati certamente dal patrimonio genetico della specie, ma che gli stimoli esterni sollecitino significativamente la formazione di tali sinapsi. ¹

Secondo la Teoria Ecologica di Bronfenbrenner (1979) , infatti, il primo strumento che permette al bambino di rapportarsi con l’ambiente esterno e di comunicare con gli altri è il corpo; dunque, le azioni che egli compie e le relazioni che instaura con chi lo circonda, sono fondamentali nello sviluppo delle funzioni psico-motorie del bambino.

Le abilità cognitive apprese, intese come le capacità di ogni individuo di utilizzare le proprie conoscenze nell’esecuzione di un compito, sono invece fondamentali per sfruttare al meglio le capacità mentali e per favorire lo sviluppo cognitivo. L’apprendimento delle abilità mentali che si basano sulle principali funzioni esecutive (ovvero l’inibizione, la memoria di lavoro, e la flessibilità cognitiva), può alterare la connettività delle reti neurali cerebrali e la funzione di controllo del corpo.

Come osservato da Caterina Pesce², lo sviluppo fisico e mentale dei bambini sono fortemente influenzati dai periodi critici e dall’arricchimento ambientale.

¹ G.Tortorella, et al., “Neuropsichiatria Infantile” (2005)

² C.Pesce, et al., *Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*, Calzetti Mariucci, Ferriera (PG), 2023 (P. 13-14)

Il concetto di "periodo critico" indica momenti specifici durante lo sviluppo umano in cui determinati processi evolutivi e comportamentali sono ottimali e possono essere influenzati in modo significativo dalla presenza o dall'assenza di eventi o condizioni particolari. Questi periodi critici suggeriscono che la maturazione può essere sensibilmente influenzata sia in modo positivo che negativo da esperienze specifiche.

Se le funzioni cerebrali non vengono adeguatamente stimolate durante questi periodi critici, esse possono subire danni permanenti; infatti, anche se l'esperienza necessaria viene fornita in un momento successivo dello sviluppo, le reti neurali possono svilupparsi in modo atipico.

Tuttavia, è importante notare che mentre ci sono prove solide dell'esistenza di periodi critici nei processi sensoriali di base, come la visione, c'è un dibattito su come questo concetto si applichi allo sviluppo cognitivo più avanzato durante l'infanzia e l'adolescenza. Lo sviluppo cognitivo dopo la nascita, infatti, avviene in modo continuo e non con una modalità "tutto o niente" e alcuni ricercatori hanno suggerito l'esistenza di periodi sensibili alternativi, in cui i bambini sono particolarmente sensibili a determinate esperienze ambientali, ma non necessariamente vincolati a un periodo critico rigido.

La prima infanzia e l'infanzia hanno un ruolo fondamentale per lo sviluppo globale del bambino. I bambini svolgono movimenti in modo grezzo e istintivo, a causa della scarsa maturità del sistema locomotore e del sistema nervoso.

“In questa fase, sarà compito del genitore quello di creare un ambiente psicologico e sociale ottimale, in grado di stimolare il bambino, che corrisponda ai suoi bisogni primari e ne promuova realmente lo sviluppo”³.

L'età prescolare (da 3 a 6-7 anni d'età), invece, è un periodo molto importante per il gioco e il movimento del bambino. Infatti, questa fase è caratterizzata da una grande curiosità verso l'ambiente esterno sconosciuto. Si ha una scarsa capacità attentiva, ma allo stesso tempo anche grande curiosità che porta il bambino a provare esperienze nuove, spiccata fantasia e forte predisposizione ad apprendere.

³ J. Weineck, *L'allenamento ottimale*, Calzetti Mariucci, Ferriera (PG), 2007

Proprio per questo motivo, questo periodo va sfruttato cercando di diversificare il più possibile le attività proposte, stimolando l'attenzione e la concentrazione del bambino che tendono a scarseggiare nel continuo cambio di attività (nel cervello a quest'età, prevalgono infatti processi eccitatori rispetto a quelli inibitori).

Il pensiero del bambino, è di tipo intuitivo, pratico, strettamente legato alle esperienze personali, accompagnato da un'elevata emotività non razionale (*L'allenamento ottimale*). Proprio per questo motivo, ogni limitazione dell'attività motoria e di gioco influisce negativamente sulle funzioni cognitive, mentali e di apprendimento, ma anche sullo sviluppo sociale (che in questa fase inizia ad evolversi in seguito al primo distacco dalla casa dei genitori).

Dal punto di vista intellettuale, la prima età scolare, che va dal sesto al decimo anno d'età, è caratterizzata da un buon equilibrio psichico, una grande capacità ad acquisire conoscenze e abilità e da migliori capacità di concentrazione che gli permettono di elaborare informazioni. Dunque, la prima età scolare rappresenta una fase molto importante per l'apprendimento.

La seconda età scolare che inizia a circa 10 anni e dura fino all'entrata nella pubertà, viene invece definita come "la migliore età per l'apprendimento".

Grazie ad un miglioramento delle proporzioni corporee, della forza e ad una rapida maturazione dell'apparato vestibolare e degli altri analizzatori, il bambino, se stimolato adeguatamente, è in grado di avere un elevato controllo del proprio corpo.

La fase successiva è definita pubertà e si suddivide in prima età puberale e seconda età puberale (adolescenza).

La prima comincia tra gli 11 e i 12 anni e termina al raggiungimento del tredicesimo e quattordicesimo anno d'età per le femmine, mentre tra i maschi il periodo va dai 12 e i 13 anni fino ai 14-15 anni.

I profondi cambiamenti fisici e fisiologici dati dalla maturazione sessuale e dai cambiamenti ormonali, provocano una forte labilità psichica che sfocia spesso con un'ostilità nei confronti dei genitori o degli allenatori.

Questo periodo, a differenza di quello precedente, è un momento poco florido per quanto riguarda la motricità del ragazzo, in quanto egli tende a perdere le abilità

acquisite nella fase precedente; anche per questo motivo, l'interesse per l'attività motoria e il confronto competitivo vengono meno.

L'ultima fase del periodo evolutivo è rappresentata dall'adolescenza (periodo che va dai tredici ai quattordici anni nelle femmine e da quattordici a quindici anni nei maschi e dura nelle prime fino a diciassette-diciotto anni e nei secondi fino a diciotto-diciannove anni). Questa fase è definita come "l'età del perfezionamento sportivo" o "seconda età aurea", grazie ad un miglioramento delle proporzioni fisiche (sviluppo maggiore in larghezza rispetto all'altezza) che permettono un effetto positivo sulle capacità coordinative e un ottimo sviluppo dell'apparato cardio circolatorio, locomotore e ventilatorio (con un miglioramento delle capacità condizionali).

Inoltre, l'apprendimento motorio sarà favorito da un elevato sviluppo psichico, grazie ad un'elevata plasticità del sistema nervoso centrale, tipica di tutta l'età della crescita.

1.3. Principi di neuroscienze e organizzazione neurologica

La psicobiologia moderna è una scienza che studia le correlazioni esistenti tra le attività neurali e gli eventi mentali o comportamentali. In particolare, negli anni Ottanta, la neuroscienza cognitiva, grazie a tecniche di imaging cerebrale, riuscì ad osservare l'attività di svariate regioni cerebrali mentre un individuo svolgeva sofisticate funzioni mentali.

L'imaging cerebrale, infatti, utilizza parametri per valutare l'attività neurale: la tomografia a emissione di positroni (PET), che rileva il consumo di energia del cervello, e l'imaging a risonanza magnetica funzionale (fMRI) che ne rileva l'utilizzo di ossigeno.

Nei primi anni Ottanta le neuroscienze cognitive hanno integrato la biologia molecolare, dando origine alla biologia molecolare delle attività cognitive, la quale ci ha permesso di esplorare a livello molecolare processi mentali come il pensiero, l'apprendimento e la memoria.

La specie umana agisce e reagisce agli stimoli dell'ambiente esterno ed interno attraverso una complessa organizzazione nervosa; l'organo fondamentale del sistema nervoso è il cervello, che ha sia un ruolo di controllo di tutto l'organismo, sia di

“gestione” degli aspetti funzionali come emozioni, processi mnemonici, emozioni, creatività, capacità di sintesi, ecc. Differenti regioni cerebrali svolgono funzioni specializzate, e dunque, differenti regioni corticali ricevono informazioni diverse e contengono circuiti neuronali diversi.

1.3.1. Sviluppo del Sistema Nervoso Centrale

I cambiamenti biologici iniziano già dopo il concepimento e dopo la nascita, un bambino possiede circa 86 miliardi di neuroni, un numero simile ad un adulto ma con solo il 25% della massa cerebrale, poiché egli possiede un elevatissimo numero di sinapsi che collegano queste cellule.

E' da evidenziare inoltre, il rapido sviluppo del cervello che, già a 6 anni, raggiunge il 90-95% delle dimensioni di quello adulto, differentemente dalle misure corporee che, a quell'età, non raggiungono nemmeno la metà dei valori tipici di una persona adulta.

Il cervello umano si sviluppa almeno per due decenni, anche se si possono notare alcune modificazioni per tutta la vita, a seguito delle esperienze di apprendimento, le quali causano un rimodellamento neuronale anche nell'adulto.

In particolare, per molti anni i ricercatori hanno creduto che la neurogenesi, ovvero la produzione di nuovi neuroni attraverso la divisione delle cellule germinative cerebrali, non avesse luogo in cervelli completamente sviluppati, ovvero nella vita adulta⁴. Tuttavia, studi più recenti hanno dimostrato che il cervello adulto contiene alcune cellule germinative che possono dividersi e produrre nuovi neuroni, nello specifico solo in due parti del cervello adulto: l'ippocampo, principalmente coinvolto nell'apprendimento, e il bulbo olfattivo, implicato nella percezione degli odori. Lo stesso Carlson fa notare come alcune prove empiriche indichino che l'esposizione a nuovi odori possa aumentare la percentuale di sopravvivenza dei neuroni dei bulbi olfattivi, mentre un processo di apprendimento può rafforzare la neurogenesi nell'ippocampo.

⁴ Neil R. Carlson, *Physiology of behavior*, 2013, trad. it. *Fisiologia del Comportamento*, L. Buonarrivo, PICCIN, Padova, 2014

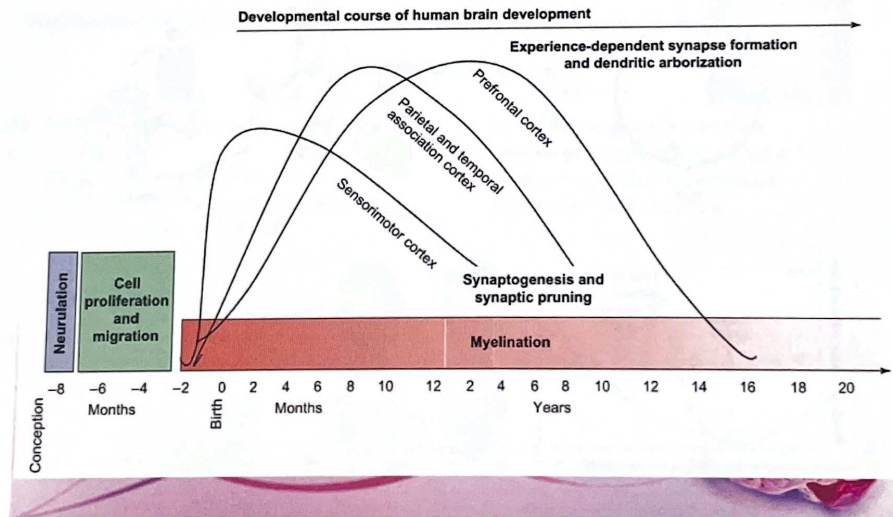


Foto presa da powerpoint *Neuroscienze e attività motoria*, M. Berchicci, PhD Università degli Studi di Roma “Foro Italico”

Secondo tali evidenze, risulta fondamentale un adeguato sviluppo motorio che fornisca i giusti stimoli per la creazione e l’ampliamento di questi circuiti.

In particolare, nei primi stadi del processo, alcuni neuroni si posizionano in aree del cervello geneticamente codificate ma essi non rimangono stabili poiché iniziano a sviluppare connessioni e reti con altre aree del cervello.

All’età di tre anni, il numero di sinapsi è altissimo e molte di quelle create andranno perse (fenomeno denominato *pruning*, ovvero sfoltimento dei circuiti neurali inutilizzati), mentre altre verranno create in base alle esperienze di vita e all’apprendimento.

Sarà proprio la formazione di questa rete neurale a dare un’identità cognitiva al soggetto e questo determinerà il modo di pensare e di agire durante l’arco della sua vita. Fino alla pubertà, la capacità di apprendimento di un soggetto è maggiore ed è anche per questo motivo che a questa età, per esempio, lo studio di una nuova lingua risulta più facilitato.

Lo sviluppo cerebrale, anche se continua per tutta la vita, matura quasi stabilmente al raggiungimento del venticinquesimo anno d’età, con lo sviluppo della corteccia prefrontale, caratterizzata da un periodo di maturazione maggiore.

1.3.2. Plasticità del sistema nervoso

Durante il processo di crescita, il processo di maturazione del sistema nervoso avviene lentamente e si verifica attraverso la cosiddetta “mielinizzazione”.

Nelle prime fasi dello sviluppo, l’interazione con gli stimoli ambientali, può causare significative modifiche nelle connessioni neurali, influenzando la neurologia del cervello. Altri studi condotti in un ambiente ricco di stimoli, hanno infatti dimostrato come esso comporti a cambiamenti all’interno dell’ippocampo con effetti sull’apprendimento, sulla memoria e sulla salute. Come abbiamo visto, tali conseguenze risultano particolarmente evidenti durante l’infanzia, ma tendono a persistere anche nella fase adulta. L’esperienza e l’apprendimento modificano dunque il cervello plastico e si parla in questo caso di *epigenesi*, ovvero l’espressione di programmi codificati geneticamente innescata da stimoli ambientali. Tale sviluppo epigenetico individuale, è influenzato dall’eredità genetica e ci predispone all’apprendimento, per cui è fondamentale per lo sviluppo cognitivo, il modo in cui un genitore, insegnante o educatore si comporta e stimola il bambino.

I processi di immagazzinamento sintetico delle informazioni sono strettamente intrecciati con i processi di memorizzazione; in particolare, i primi assumono la forma di LTP (*Long Term Potentiation*, potenziamento a lungo termine) o di LTD (*Long Term Depression*, depressione a lungo termine). Il LTP porta ad un immagazzinamento stabile nel tempo di informazioni utili ai fini del movimento, grazie all’aumento dell’intensità di trasferimento, mentre la seconda forma riguarda la diminuzione dell’efficacia di una sinapsi come conseguenza di uno specifico tipo di stimolazione endogena.

Gloria Leonardi⁵ evidenzia l’esistenza di un’altra forma di plasticità sinaptica, denominata metaplasticità ovvero ‘la plasticità della plasticità sinaptica’. Quest’ultima permette alle sinapsi e alle reti neurali di rispondere ad un ambiente in evoluzione, poiché è un fenomeno finalizzato a mantenere le sinapsi in continua attivazione dinamica.

⁵ G. Leonardi, “L’attesa nella neuropsicologia: uno sguardo ai processi cognitivi sottostanti nell’era delle nuove tecnologie”, *Di Nulla Academia*, vol.2 n.1 (2021)

Sempre la Leonardi fa notare come all'attività della forza sinaptica e dell'efficacia della trasmissione sinaptica, la plasticità cerebrale si verifichi anche attraverso modifiche strutturali dei dendriti (plasticità sinaptica strutturale).

Quindi, attraverso la plasticità cerebrale si possono approfondire e spiegare forme di cambiamento cognitivo e comportamentale che sottostanno ai processi di apprendimento e memoria di nuove pratiche motorie.

1.4. Sviluppo cognitivo

Con il termine *cognizione*, si intende un insieme di processi che rendono un organismo consapevole e cosciente di essere in grado di svolgere delle determinate attività come il ragionamento, la capacità di giudizio e la risoluzione di problemi. Su tali processi si focalizza l'interesse degli specialisti delle scienze cognitive che hanno sviluppato specifici metodi per studiarli come test psicologici, per valutare l'intelligenza, il rendimento scolastico e la capacità di problem solving.

Il funzionamento dello sviluppo cognitivo è stato studiato, in ambito psicologico, da alcuni autori quali: J. Piaget, L. S. Vigotskij e J. S. Bruner. In particolare, essi si sono soffermati ad indagare come un bambino riesca a comprendere il mondo che lo circonda, secondo le sue tappe evolutive, l'ambiente che lo circonda, la genetica o la componente sociale.

Tali studi, hanno influenzato l'ambito della pedagogia e in particolare il campo della psicologia cognitiva e ha permesso di rivisitare i metodi di insegnamento e di apprendimento.

Per comprendere come lo sviluppo delle funzioni mentali dei bambini siano legate all'attività motoria, è fondamentale conoscere come avvenga lo sviluppo cognitivo in età pediatrica.

1.4.1. Sviluppo cognitivo secondo Piaget

Jean Piaget (1896-1980), epistemologo e psicologo svizzero è considerato il fondatore dell'epistemologia genetica secondo la quale lo sviluppo cognitivo, come lo sviluppo fisico, è caratterizzato da una progressione di stadi evolutivi che ogni persona

sperimenta prima di raggiungere la maturità. Secondo Piaget, infatti, lo sviluppo mentale si basa sull'assimilazione delle informazioni dall'ambiente e sugli scambi che il bambino crea con quest'ultimo, permettendo la strutturazione di schemi cognitivi ben organizzati e la riorganizzazione dei propri pensieri ⁶.

Egli propose dunque una sequenza di quattro stadi dello sviluppo cognitivo, caratterizzati da specifici modelli di pensiero e modalità di risoluzione dei problemi:

-Stadio 1: Senso-motorio (dalla nascita ai 2 anni), caratterizzato dalla costruzione delle relazioni tra le azioni del bambino e le esperienze sensoriali interne risultanti da tali azioni. Inizialmente, i movimenti che il bambino compie sono movimenti riflessi e con la pratica egli impara a controllare e ad adattare i propri movimenti, sperimentando concetti come la causalità, l'orientamento spaziale e la permanenza degli oggetti. La maturazione delle abilità motorie permette al bambino di esplorare il mondo circostante e il ragionamento che inizia a sviluppare, lo prepara al successivo stadio.

-Stadio 2: Pre-operativo (da 2 a 7 anni): in questo stadio i bambini iniziano a rappresentarsi mentalmente degli oggetti anche quando essi non sono fisicamente presenti e ad attribuire caratteristiche umane ad oggetti inanimati, sviluppando il pensiero animistico. In tale fase, i bambini sono spesso egocentrici e l'interazione con gli altri attraverso il gioco e il linguaggio, li aiuta a superare l'egocentrismo e a progredire verso lo stadio successivo.

-Stadio 3: Operativo concreto (da 7 a 11 anni): è caratterizzato dal ragionamento logico che permette al bambino di comprendere il mondo e di acquisire consapevolezza delle regole che governano la natura e la vita quotidiana.

-Stadio 4: Operativo formale (da 11 anni in poi): è caratterizzato dallo sviluppo del ragionamento logico complesso, che permette ai ragazzi di verificare ipotesi relative ad eventi ad organizzare le proprie conoscenze nello sviluppo di un pensiero critico nei confronti della realtà esterna.

Piaget, nella sua teoria, sottolinea l'importanza di due processi complementari: l'assimilazione e l'accomodamento. Nel momento dell'assimilazione la mente assorbe gli

⁶ C.Pesce, et al., *Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*, Calzetti Mariucci, Ferriera (PG), 2023

elementi dell'ambiente esterno, mentre in quello dell'accomodamento, la mente ordina le informazioni contenute nel bagaglio conoscitivo (sviluppando così l'intelligenza) e trasformando le proprie strutture rispetto ai nuovi contenuti di conoscenza appresa.

Tali processi aiutano il bambino a passare da un livello di comprensione al successivo.

La teoria di Piaget è stata fondamentale per lo studio e la comprensione dello sviluppo cognitivo dei bambini ed è ancora oggi un modello di riferimento per lo studio e la ricerca nell'educazione in età evolutiva.

1.4.2. Visioni contemporanee dello sviluppo della mente del bambino: le funzioni esecutive

La visione moderna riguardante lo sviluppo mentale del bambino è stata fortemente influenzata da studi neuropsicologici riguardanti il funzionamento cerebrale.

Attualmente molti ricercatori si stanno focalizzando su un aspetto della cognizione che riguarda le *funzioni esecutive*, ovvero funzioni cognitive considerate i “direttori d'orchestra” della mente, poiché responsabili della capacità di conservare e di gestire le informazioni, di pensare prima di agire, di autoregolare il proprio comportamento e della gestione di comportamenti routinari.

I neuroscienziati odierni, con le loro “immagini della mente”⁷, hanno evidenziato l'esistenza di una stretta correlazione tra l'inizio dello sviluppo di alcune funzioni esecutive e quello in cui emergono nuove abilità nel comportamento motorio del bambino.

Queste funzioni cognitive esecutive sono particolarmente sollecitate dai giochi di movimento, poiché la variabilità del contesto ludico, permette di attivare e affinare tali funzioni per rendere il movimento più corretto possibile.

Le funzioni esecutive fondamentali sono l'inibizione, la memoria di lavoro, e la flessibilità cognitiva.

-funzione inibitoria: è la funzione che permette di bloccare pensieri e le azioni abituali o in atto, poiché diventate inadeguate alla situazione. Tale funzione si articola su tre livelli, quello cognitivo, che permette il controllo di pensieri e ricordi, quello percettivo

⁷ C.Pesce, et al., *Joy of Moving*, Calzetti Mariucci, Ferriera (PG), 2017, (P. 44)

che comporta l'inibizione di interferenze date da fattori esterni (ad esempio un suono improvviso) attraverso un focus attentivo endogeno e infine il livello comportamentale, che riguarda i concetti di disciplina e di autocontrollo di impulsi e tentazioni.

La funzione inibitoria può essere sollecitata grazie a compiti semplici di inibizione della risposta (come il trattenere o ritardare una risposta quasi automatica poiché le condizioni esterne sono sfavorevoli alla sua azione) o grazie a compiti complessi (come l'inibizione di una risposta in base a delle condizioni o regole di gioco da tenere a mente).

L'interazione tra questi tre livelli di inibizione determina il livello di autoregolazione, ovvero l'insieme complesso di processi inibitori che consentono di mantenere un livello adeguato di attivazione cognitiva ma anche emotiva e motivazionale ⁸.

Questa funzione è fondamentale sia in ambito scolastico, che nella vita quotidiana poiché il bambino acquisisce la consapevolezza di poter ottenere dei vantaggi a lungo termine se sa attendere e ponderare le proprie decisioni prima di agire.

-memoria di lavoro: è quel tipo di memoria che permette di tenere a mente e di manipolare le informazioni che servono per agire efficacemente durante lo svolgimento di un compito. Anch'essa può essere sollecitata grazie a compiti semplici (come tenere a mente un'informazione nel tempo) o complessi (come tenere a mente un'informazione e aggiornarla e modificarla durante lo svolgimento di un'azione motoria).

I problemi matematici, per esempio, sono utili nello sviluppo della memoria di lavoro, poiché richiedono il ricordo dei passaggi risolutivi necessari ad ottenere la risposta corretta.

-flessibilità cognitiva: è la capacità che consente di modificare il criterio per risolvere un compito in modo più appropriato ed efficace. Attraverso compiti di 'spostamento' della risposta o di 'spostamento' dell'attenzione si può sollecitare tale funzione esecutiva.

In particolare, nel primo caso, l'educatore invertirà o cambierà improvvisamente l'associazione stimolo-risposta, mentre nel secondo caso, oltre alla variazione stimolo-

⁸ Diamond A., "Executive Functions", *Annual Review of Psychology*, 2013, vol. 64, (P.137-141)

risposta, si richiederà di spostare l'attenzione su caratteristiche diverse degli stimoli (ad esempio il colore o la dimensione degli oggetti).

1.4.3. Sviluppo delle funzioni esecutive

Le funzioni esecutive si sviluppano rapidamente in età pre scolastica fino alla scuola Primaria, per poi evolvere più lentamente fino all'adolescenza e nel corso della prima fase dell'età adulta.

L'espansione iniziale dei neuroni, responsabile della formazione di reti neurali importanti per i processi inibitori, può essere influenzata dall'esecuzione di giochi motori che mettono alla prova la capacità dei bambini di riuscire ad evitare l'esecuzione di determinate azioni per adottare, invece, una risposta diversa (*Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*). L'espansione neurale successiva, responsabile della creazione di reti per la memoria di lavoro e la flessibilità mentale, può essere influenzata da esperienze di apprendimento che stimolano la capacità del bambino di memorizzare consapevolmente le informazioni, di pianificare azioni e di adattare strategie.

La prima componente cognitiva ad emergere, seppure in forma rudimentale, è l'abilità di inibizione di compiti semplici e complessi, che si distinguono per il carico richiesto in memoria di lavoro. I primi sono definiti tali in quanto non richiedono il mantenimento e l'elaborazione di informazioni in memoria ma richiedono la capacità di sopprimere una risposta dominante in quanto automatica. La capacità di inibire risposte prepotenti si sviluppa già nel corso del primo anno di vita e migliora gradualmente fino ai 5 anni in termini di accuratezza e di durata di intervallo temporale nel mantenimento dell'inibizione. I compiti complessi, invece, coinvolgono maggiormente la memoria di lavoro poiché prevedono di tenere a mente una regola arbitraria per controllare il comportamento e inibire una risposta dominante. Prima dei 4 anni, i bambini non sono in grado di portare a termine in modo adeguato questi compiti. Tra i 3 e i 5 anni, vi è invece un rapido sviluppo per quanto riguarda la capacità di interpretare una regola astratta e di modulare il proprio comportamento in base ad essa; tale sviluppo prosegue tra i 5 e gli 8 anni e sempre più lentamente fino all'adolescenza.

Già nei primi 6 mesi di vita risulta evidente la basilare capacità di tenere a mente semplici rappresentazioni, mentre la memoria di lavoro si inizia ad osservare verso i 15 mesi di vita e continua a svilupparsi lungo tutto il periodo prescolare ⁹.

Se l'inibizione e la memoria di lavoro si sviluppano più precocemente, la capacità di shifting (ovvero lo spostamento di flessibile tra set mentali in competizione tra loro), richiede un tempo maggiore per essere sviluppata, anche grazie all'interazione delle funzioni esecutive precedenti.

All'età di 3-4 anni, i bambini manifestano delle difficoltà consistenti per quanto riguarda compiti di task switching; invece nell'età pre scolare l'abilità di shifting va incontro a netti miglioramenti, grazie ad una maggiore accuratezza nello svolgimento del compito, anche se sono riscontrabili numerosi errori fino ai 5 anni. In età scolare, questi invece diminuiscono. In particolare, uno studio condotto da Dobbins e Jolles (2006) su un campione di bambini di età compresa tra i 4 e i 13 anni circa, ha dimostrato come fino agli 8 anni e mezzo ci sia una graduale diminuzione in termini di accuratezza dello switch cost, mentre negli anni successivi la differenza tra il costo cognitivo della condizione di switch rispetto alle condizione non-switch, sembra rimanere stabile.

A partire dagli 11 anni, invece, il controllo cognitivo inizia a strutturarsi in modo simile agli adulti e continua a consolidarsi fino ai 15 anni; dopodiché, lo sviluppo prolungato del controllo cognitivo si estende in un ampio spazio temporale.

Studi condotti da Miyake e Friedman (2012) hanno dimostrato come l'età tra i 17 e i 23 anni, sia caratterizzata da una elevata stabilità per quanto riguarda il controllo cognitivo; inoltre, sempre gli stessi autori hanno evidenziato come alcune componenti del controllo cognitivo siano ereditati, anche se l'ambiente gioca un ruolo fondamentale in tale controllo¹⁰.

⁹ N. Garon et al., Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework, *Psychological Bulletin*, 2008, 134: 31-60

¹⁰ A. Miyake et al., The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.

1.4.4. Capacità metacognitive

Le funzioni esecutive permettono inoltre di sviluppare le capacità meta-cognitive ovvero quelle capacità che permettono di essere consapevoli di ciò che si sa e di usare tale conoscenza per regolare il proprio comportamento.

Per ‘metacognizione’, si intende la capacità di utilizzare in modo consapevole e ragionato delle strategie per risolvere dei problemi e di modificarle per migliorare la propria azione.

Tra le funzioni meta-cognitive più di rilievo emerge la *creatività*, che può essere stimolata nel campo motorio attraverso la *creatività motoria*, ovvero la capacità di trovare delle soluzioni motorie nuove ad un particolare contesto e grazie alla *creatività tattica*, utile nei movimenti di gioco strategici poiché richiede di prendere una decisione sotto pressione temporale.

Nei giochi atti a promuovere la creatività, sono i bambini a dover produrre dei comportamenti nuovi e dunque, l’educatore, può scegliere se dare dei compiti in modo semidefinito, specificando solo il punto di partenza e l’obiettivo del compito, senza definire come eseguirlo. Inoltre, la creatività può essere sviluppata anche grazie all’esplorazione di diverse metodologie o soluzioni per eseguire in modo pertinente un gesto motorio. In quest’ultimo caso, se il bambino dovrà trovare delle soluzioni tattiche e originali durante un gioco di squadra, svilupperà la creatività tattica.

1.5. Capacità cognitive di base

Caterina Pesce¹¹ mette in evidenza come le capacità cognitive fondamentali per partecipare ai giochi di movimento siano l’attenzione e la memoria.

-*Attenzione*: gli studiosi contemporanei hanno suggerito l’esistenza di tre tipi di attenzione: selettiva (che permette l’identificazione di informazioni importanti per escludere quelle irrilevanti ai fini del nostro compito), divisa (permette di svolgere diverse attività contemporaneamente) e sostenuta (che invece permette di mantenere la concentrazione e di superare la fatica per completare un compito).

¹¹ C.Pesce, et al., *Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*, Calzetti Mariucci, Ferriera (PG), 2023

-*Memoria*: il ruolo di apprendimento e di memorizzazione è principalmente deputato al sistema limbico e alla corteccia superiore, ma anche il cervelletto svolge un ruolo chiave in tali processi. La *memoria*, rappresenta l'immagazzinamento delle conoscenze acquisite e risulta dunque indispensabile in tutti i processi di adattamento e di apprendimento, poiché è grazie ad essa che si può comparare qualsiasi cambiamento e modificazione del comportamento e programmarne uno nuovo.

Dunque, la memoria e l'apprendimento rappresentano le basi su cui gli individui agiscono in base alle circostanze esterne.

Capitolo 2: Interazione tra processi cognitivi e attività motoria in età evolutiva

2.1. L'efficacia dell'attività motoria nello sviluppo dei processi cognitivi

Lo sviluppo integrale dell'uomo comprende delle modificazioni che avvengono in vari ambiti come quello cognitivo, sociale, fisico e motorio; essi interagiscono continuamente tra loro e lo sviluppo motorio incide significativamente sullo sviluppo di tutte queste aree. Oggigiorno, lo sviluppo economico e del progresso tecnologico sempre più avanzato, hanno incrementato drammaticamente la sedentarietà in tutte le fasce d'età, contribuendo a diminuire la quantità e la frequenza delle pratiche motorie, delle sane abitudini alimentari e degli stili di vita della nostra società.

Questo ha portato, oltre all'aumento di patologie dismetaboliche e deficit motori, a problematiche a livello cognitivo. E' proprio per questo motivo che l'educazione motoria nella scuola primaria assume un ruolo fondamentale nel processo educativo e di crescita globale del bambino, favorendo il completo sviluppo della personalità, dell'intelligenza, delle capacità cognitive e affettive ma anche della prevenzione ai rischi che comporta la sedentarietà (come sovrappeso, deficit motori e posturali).

La "motricità" non è solo il punto di partenza per lo sviluppo fisico ma è una struttura che si consolida anche grazie allo sviluppo mentale; il corpo infatti è il primo mezzo con cui il bambino sperimenta l'ambiente e ci permette di comunicare con noi stessi e con gli altri e anche per questo motivo le nuove dimensioni educative considerano il corpo come un mezzo inscindibile dalla mente¹². Questo rappresenta il punto di partenza su cui si costruisce il mondo percettivo e concettuale. Essere in possesso di un ampio alfabeto motorio, infatti, permetterà di trovare soluzioni diverse alla risoluzione dei problemi, ad arricchirlo di coordinazione e funzionalità, traducendo ogni situazione in apprendimento¹³.

¹² M.Galdi et al., Gross-motor skills for potential intelligence descriptive study in a kindergarten, *Science Direct* 174 (2015) 3797-3804

¹³ M.Valentini et al. Crescita e apprendimento attraverso il corpo in movimento, *Formazione & Insegnamento* XVI-1 (2018)

In letteratura si sono delineate due principali linee di ricerca che riguardano la connessione tra attività fisica, cognizione e apprendimento: una linea di ricerca riguarda l'esercizio e la cognizione (Pesce et al., 2009; Mierau et al., 2014), l'altra la cognizione incorporata (Mavilidi et al., 2015; Egger et al., 2019)¹⁴. La prima è prevalentemente riferita ai cambiamenti cerebrali dovuti agli interventi di esercizio fisico, ovvero a singoli interventi (esercizio acuto) o a multipli interventi (esercizio cronico), enfatizzando l'importanza di praticare l'attività fisica sia per i benefici fisici ma anche per quelli cognitivi. La seconda linea di pensiero, ovvero quella che riguarda la cognizione incorporata, si focalizza invece sulla spiegazione cognitiva dei movimenti e sull'assunzione che il cervello si sia sviluppato per il controllo dell'azione (Koziol et al., 2012).

Diversi studiosi hanno cercato di spiegare perché l'attività motoria risulti efficace ai fini del miglioramento delle funzioni cognitive.

I primi processi mentali, come abbiamo visto, si costruiscono sulle azioni che il bambino compie nei confronti dell'ambiente che lo circonda. “L'ipotesi della riserva neurogena” definisce proprio come le combinazioni dell'attività motoria e delle funzioni cognitive siano importanti in particolare nei primi anni di vita e come queste funzioni permettano l'acquisizione di risorse utili da impiegare in età adulta. Infatti, le proposte motorie delle prime fasce d'età, permetteranno sia uno sviluppo ippocampale importante, sia una riserva neurogena, mantenendo in funzione le cellule precursori. Dunque, è evidente come gli stimoli esterni influenzino la capacità di apprendere, di compiere scelte adeguate e di raggiungere obiettivi prefissati lungo tutto l'arco della vita.

Caterina Pesce (*Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*, 2023) elenca tre principali tipi di spiegazioni secondo le quali l'attività fisica possa migliorare le funzioni cognitive: una spiegazione biologica, una spiegazione cognitiva e relativa all'apprendimento e una spiegazione socio-affettiva.

¹⁴ P. Tortella, Attività motoria e processi cognitivi nella scuola dell'infanzia: cosa rilevano gli insegnanti, *Research Gate* (2014)

-Spiegazione biologica: La spiegazione biologica dell'effetto benefico prodotto sul cervello dall'attività fisica riguarda la circolazione sanguigna; poiché il cervello deve somministrare in maniera continuativa l'ossigeno e l'esercizio fisico migliora il sistema cardiovascolare, ne risulta che la fitness aerobica migliorando la capacità di circolazione del sangue e dell'ossigeno ad essa associata, incrementa la cognizione e la funzionalità cerebrale. Come vedremo più avanti, in tempi più recenti, i neuropsicologi hanno scoperto che l'esercizio fisico produce numerosi effetti sul cervello, come la crescita dei capillari con un relativo miglioramento del trasporto e distribuzione di sangue e ossigeno a livello cerebrale, un incremento dei neurotrasmettitori che contribuiscono alla comunicazione fra i neuroni cerebrali e rinforzamento delle reti neurali, un aumento delle proteine cerebrali (fattori neurotrofici prodotti dal cervello) che svolgono un ruolo essenziale per la salute del cervello e infine la produzione di nuovi neuroni in aree cerebrali cruciali per l'apprendimento e la memoria, come l'ippocampo.

-Spiegazione cognitiva e relativa all'apprendimento: l'integrazione nella giornata scolastica del bambino di pause o intervalli permette di migliorarne le funzioni mentali e la performance accademica. Infatti, secondo l'ipotesi dell'imaturità cognitiva elaborata da Bjorklund e Green (1992), il sistema nervoso meno sviluppato del bambino e la sua mancanza di esperienza, ne determinano la difficoltà a eseguire compiti di livello cognitivo più elevato con la stessa efficienza degli adolescenti e degli adulti (C. Pesce, *Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*). L'intervallo e le pause consentono dunque di apprendere in modo migliore i concetti imparati durante le lezioni; inoltre, i giochi con regole sono mentalmente coinvolgenti e sfidanti, determinando uno sviluppo delle funzioni cognitive e esecutive più efficace.

-Spiegazione socio-affettiva: riguarda la cooperazione e la relazione con gli altri individui che spesso si creano durante i giochi di gruppo. Le interazioni con i bambini e gli insegnanti permettono di sviluppare delle competenze sociali utili sia nel contesto scolastico che nella vita.

Tali spiegazioni verranno approfondite maggiormente durante questo elaborato.

2.2. Variazioni fisiologiche date dall'esercizio fisico

Lo studio dell'evoluzione umana ha permesso di evidenziare il ruolo del movimento nello sviluppo delle funzioni cerebrali responsabili delle abilità cognitive e motorie.

Le neuroscienze moderne, grazie ai metodi di *Neuroimaging* (come ad esempio la Magnetic Resonance Imaging-MRI o la Event Related brain Potentials- ERP) hanno potuto mettere in luce come l'attività e l'esercizio fisico possano modificare alcune aree cerebrali, permettendo così lo sviluppo di cambiamenti di pensiero e di comportamento dei bambini. Numerosi studi hanno potuto dimostrare come l'esercizio fisico porti ad un miglioramento delle aree cerebrali indispensabili per il movimento volontario e per le funzioni esecutive.

In particolare, le aree cerebrali che l'attività fisica può modificare, sono il cervelletto, la corteccia motoria, la corteccia prefrontale e l'ippocampo.

Da studi condotti sugli animali è emerso come l'attività fisica modifichi strutturalmente e in modo duraturo il cervelletto; esso svolge un ruolo importante nel controllo del movimento e nell'apprendimento di nuove abilità.

Come riportato da A. Federici et al.¹⁵, i bambini con una forma fisica migliore, hanno presentato un volume maggiore dei nuclei della base coinvolti in numerosi processi cognitivi e un controllo inibitorio migliore rispetto ai bambini più inattivi. In particolare, il nucleo della base che è risultato particolarmente sensibile all'esercizio fisico è il nucleo striato dorsale, struttura vitale per il controllo cognitivo e per l'integrazione motoria.

Inoltre, è noto come l'esercizio modifichi i neuroni che controllano l'arousal e l'attenzione, l'aumento dei livelli delle proteine deputate a mantenere in salute il cervello, la crescita di neuroni coinvolti nei processi di apprendimento e memoria, la sinaptogenesi e l'angiogenesi con il conseguente miglioramento di prestazioni cognitive quali la velocità di elaborazione delle informazioni, la memoria di lavoro, la pianificazione e le strategie di controllo comportamentale.

¹⁵ A. Federici et al., Effetti motori e cognitivi dati dall'attività motoria potenziata nella scuola primaria, *Formazione&Insegnamento* (2018)

2.2.1. Allenamento aerobico per lo sviluppo dei processi cognitivi

Numerosi studi svolti da Kramer e da colleghi dell'università dell'Illinois, Stati Uniti, su persone anziane hanno verificato come l'attività fisica di tipo aerobico permetta invece lo sviluppo delle funzioni esecutive; tali studi si sono poi estesi ai più giovani, interessandosi su come il movimento influenzi i pensieri del bambino, anche con disabilità intellettive, e su come esso modifichi il funzionamento cognitivo e il rendimento scolastico (*Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*).

Come riportato da A. Federici et al. (*Effetti motori e cognitivi dati dall'attività motoria potenziata nella scuola primaria, 2018*), ci sono almeno tre meccanismi grazie ai quali l'esercizio aerobico può facilitare la funzione esecutiva nei bambini:

- Le esigenze cognitive legate alla struttura di un esercizio mirato e di uno coinvolgente
- L'impegno cognitivo richiesto per eseguire movimenti motori complessi
- I cambiamenti fisiologici nel cervello indotti dall'esercizio aerobico

Durante l'attività fisica, infatti, il cervello subisce dei cambiamenti fisiologici causati dalle richieste poste al sistema cardiovascolare, influenzando così la cognizione e interagendo con le componenti cognitive degli esercizi.

In particolare, si differenziano gli esercizi acuti da quelli continuativi per i cambiamenti fisiologici cerebrali che inducono, facilitando il miglioramento delle funzioni esecutive attraverso differenti vie fisiologiche:

- *Esercizio aerobico continuativo*: esso porta a delle modificazioni nelle regioni del cervello deputate all'apprendimento e alla memoria, grazie all'aumento nel tempo di alcuni fattori di crescita come la crescita dell'insulina (IGF-1), del fattore di crescita vascolare endoteliale (VEGF) ed del fattore neurotrofico derivato dal cervello (BDNF) (A. Federici et al.), importante nella modulazione dell'attività e della plasticità sinaptica poiché è capace di prolungare la sopravvivenza dei neuroni e di far crescere i prolungamenti cellulari dei neuroni; il BDNF è fondamentale anche nella neurogenesi indotta dall'esercizio. Infine, l'esercizio aerobico cronico,

aumenta il volume regionale del sangue cerebrale (CBV) in un'area specifica dell'ippocampo sia nei topi che negli esseri umani.

- *Esercizio aerobico acuto*: esso induce dei cambiamenti neurochimici immediati che permettono al sistema nervoso centrale di acquisire delle abilità sia concomitanti che successive. Uno sforzo breve comporta un apprendimento superiore rispetto ad una corsa più lunga e questo effetto combacia con gli aumenti periferici di BDNF e di monoamine (dopamina, norepinefrina ed epinefrina). Inoltre, l'esercizio permette la produzione delle anandamidi, liberate dai muscoli durante il movimento che si legano al recettore cannabinoide (I tipo), aumentando la concentrazione (45 min)¹⁶. L'esercizio acuto, inoltre, produce modifiche temporanee nell'arousal del giovane, influenzando i suoi processi di pensiero, mentre l'esercizio cronico provoca dei cambiamenti strutturali cerebrali che inducono miglioramenti nella fitness fisica (C. Pesce, Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento). Infatti, con il movimento, la frequenza cardiaca e respiratoria del bambino aumentano, proprio come i livelli di arousal che permettono l'aumento dell'attenzione e dell'apprendimento del bambino. Si è verificato a tal proposito come le lezioni e l'attività fisica autonoma aiutino a migliorare le funzioni mentali e la performance accademica, permettendo ai bambini una migliore organizzazione dei pensieri: questo dato è in netto contrasto con l'opinione di numerosi insegnanti che credono che l'arousal dei bambini generato dalla ricreazione interferirebbe in modo negativo con l'apprendimento scolastico.

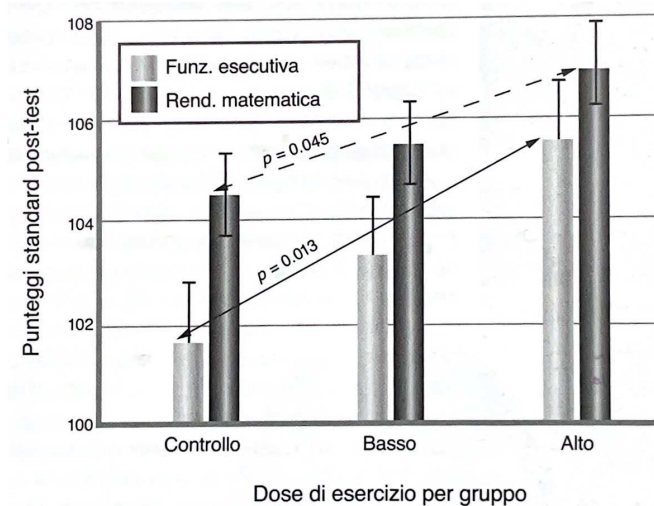
Come evidenzia C. D'Anna¹⁷, uno studio italiano del 2009 dell'Università di Roma del "Foro Italico" di Pesce et al., ha studiato gli effetti dell'attività fisica nei pre adolescenti rispetto a compiti di memoria, dimostrando che uno sforzo sub massimale come viene praticato dagli alunni durante le lezioni di educazione fisica, facilita l'esecuzione di compiti di memorizzazione svolti successivamente in aula.

¹⁶ M. Berchicci, Allenare il cervello, *Neuroscienze e attività motoria*, Università degli Studi di Roma "Foro Italico" (2015)

¹⁷ C.D'Anna, Le abilità grosso-motorie per un'intelligenza potenziale, analisi comparativa tra ginnaste ed alunne della scuola primaria, *Educazione fisica e sport nella scuola*- EFSS, n.256-259, pp.31-37 (2016)

Come riporta C. Pesce (*Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*), invece, il primo esperimento da cui emerge con chiarezza che l'attività fisica cronica migliora le funzioni cognitive e modifica le strutture cerebrali è stato svolto da Davis e colleghi (2011) al Medical College of Georgia, Stati Uniti. L'esperimento consisteva in una proposta di attività motoria della durata di 20 o 40 minuti di esercizio per 13 settimane a dei bambini sovrappeso, mentre un altro gruppo non svolgeva esercizio. Gli effetti del test, valutati grazie ad un test onnicomprensivo volto a misurare la funzione esecutiva, l'attenzione, l'organizzazione spaziale e la memoria e inoltre un altro test standardizzato per valutare la performance accademica. I ricercatori hanno scoperto come l'esercizio fisico abbia influenzato in maniera significativa le funzioni cognitive e il rendimento scolastico.

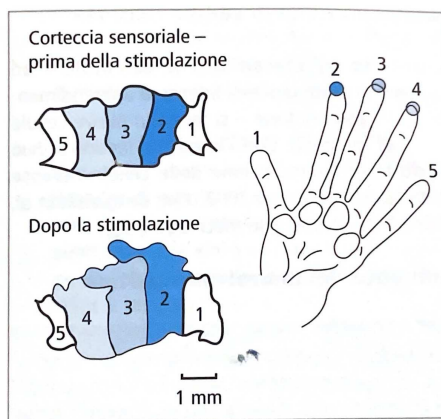
Come riportato nella figura sottostante, è stato osservato un effetto dose-risposta, dato importante per rispondere al problema relativo alla quantità di esercizio necessaria per migliorare la funzione cognitiva dei bambini. In particolare, è stato visto che la performance della funzione esecutiva e il rendimento scolastico in matematica miglioravano con l'aumentare della dose di esercizio fisico. Inoltre, questi bambini sono stati sottoposti ad uno studio di neuroimaging e i risultati ottenuti hanno dimostrato che l'esercizio fisico non solo migliora le funzioni cognitive e il rendimento scolastico, ma influisce anche sulle reti neurali del cervello, cruciali per l'elaborazione delle informazioni e la funzione esecutiva, simili agli adulti. I giochi utilizzati nello studio sono stati sviluppati per sfruttare i benefici derivanti sia da sessioni acute di attività fisica che da interventi di esercizio fisico cronico. In generale, è emerso come le sessioni di attività fisica acute aiutino i bambini a partecipare e ad apprendere, mentre le sessioni ripetute di attività fisica provochino cambiamenti sia corporei che mentali. Questi risultati indicano chiaramente l'importanza dell'esercizio fisico regolare nel favorire lo sviluppo cognitivo e cerebrale nei bambini.



Fonte *Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento* (C. Pesce) pg. 39

2.2.2. Cambiamenti morfologici cerebrali dati dall'attività motoria

Inoltre, chi fa esercizio fisico si differenzia da chi è sedentario per altri aspetti: il sistema nervoso centrale si adatta infatti ai carichi motori in modo specifico, attraverso un'ipertrofia o atrofia (in caso di attività motoria o mancanza di movimento) delle aree del cervello utilizzate. La figura sottostante mostra l'ipertrofia locale della corteccia sensoriale di uno scimpanzé, dopo un allenamento sensoriale di due settimane.



Fonte *L'allenamento ottimale* (J. Weineck) (P.107)

In questo modo, infatti, aumenta la densità dei neuroni e delle sinapsi nell'area della corteccia motoria deputata a quel movimento: se esso non viene svolto, però il processo di adattamento regredisce.

E' proprio per questo motivo che bisogna stimolare il bambino attraverso un'attività motoria che comprenda stimoli diversi, poiché, soprattutto tra i 3 e i 4 anni, egli dimostra di avere una capacità di adattamento cerebrale elevata.

Attraverso quest'ultimo, si producono degli adattamenti immediati o a lungo termine che permettono l'aumento dell'irrorazione sanguigna delle aree del cervello che sono state attivate, in modo da far fronte all'aumento delle richieste metaboliche. Più è elevata la percentuale della muscolatura interessata al movimento o più un'attività sarà impegnativa dal punto di vista tecnico-coordinativo, maggiore sarà l'afflusso di sangue cerebrale.

Un altro fattore molto importante da considerare è che all'attività motoria è strettamente collegato un aumento di endorfine, adrenalina, noradrenalina e di serotonina, ormoni che portano ad un miglioramento dell'umore e alla diminuzione del dolore che dipende dallo sforzo e dalle caratteristiche della persona.

2.2.3. Neoformazione di cellule nervose e aumento dei neurotrasmettitori:

Il processo di apprendimento, sia cognitivo che motorio, permette la formazione di nuove cellule cerebrali (i neuroni). Al contrario, se cessa l'attività di apprendimento, le cellule nervose inutilizzate diminuiranno.

Inoltre, con l'attività motoria, aumenta il numero e la disponibilità di neurotrasmettitori, importanti per il nostro comportamento. Al contrario, la loro carenza può provocare dei disturbi motori come ad esempio il morbo di Parkinson, in cui i soggetti affetti dimostrano una carenza di dopamina. Nei bambini, invece, la produzione di neurotrasmettitori è molto elevata e da questo deriva la loro necessità di movimento e la loro curiosità.

Ciò che permette la formazione di nuove sinapsi, di nuovi neuroni e di neurotrasmettitori, in particolare nell'età evolutiva, è la sintesi proteica, che incrementa nei bambini grazie ad una maggiore produzione dell'ormone della crescita.

Questo incremento anabolico permette ai bambini di sviluppare una capacità mnemonica superiore agli adulti e dunque un apprendimento cognitivo, sociale e motorio maggiore.

2.2.4. Aumento delle neurotrofine

Attraverso l'attività motoria, infine, si produce un aumento delle neurotrofine, come il BDNF. Queste proteine permettono la crescita dei nervi e sono dunque fondamentali per la creazione di reti neuronali, svolgendo un ruolo cruciale soprattutto nei meccanismi di apprendimento e memoria. Esse non vengono prodotte in modo sufficiente dalle persone anziane che svolgono poca attività fisica e che sono intellettualmente poco attive e questo causa una perdita di adattamento.

2.2.5. Sovrappeso e funzioni cognitive

Da recenti studi sull'infanzia è emerso, seppur in modo non ancora sufficientemente dettagliato, come l'obesità influenzi negativamente le funzioni cognitive ed esecutive dei bambini. (Smith, Hay, Campbell, & Trollor, 2011) (C. Pesce, Migliorare le capacità cognitive nei bambini con i giochi di movimento) . In particolare, in caso di obesità, l'aumento dei trigliceridi e l'alterazione della produzione di insulina, compromettono le funzioni dell'ippocampo e di conseguenza la salute del cervello; al contrario, l'attività fisica comporta un abbassamento dei livelli di cortisolo ematico.

Inoltre, tale condizione può favorire l'aumento della probabilità che i bambini incontrino difficoltà a livello di rendimento scolastico ma anche a livello sociale, determinando la manifestazione di problemi psicologici e sociali, incidendo negativamente sulla propria autoefficacia.

2.2.6. Grado di impegno mentale nell'attività motoria e sviluppo cognitivo

E' da evidenziare come le richieste cognitive dell'esercizio fisico nei giochi siano un fattore importante nel controllo cognitivo e di conseguenza nello sviluppo delle abilità mentali e delle funzioni esecutive, rispetto ad un'attività meno impegnativa.

Le attività di gruppo come il calcio e il basket richiedono la cognizione complessa ai fini di cooperare con i compagni di squadra, sviluppando in tal modo le funzioni esecutive.

L'interferenza contestuale, che implica situazioni complesse e casuali durante una sessione di gioco, permette un mantenimento e un trasferimento di competenze motorie migliori rispetto a compiti semplici e ripetitivi, poiché richiede di monitorare e di modificare maggiormente il piano d'azione motorio. A tal proposito, è da evidenziare come il grado di impegno cognitivo offerto da un'attività motoria, vari durante lo sviluppo: i bambini più piccoli, non ancora sviluppati sufficientemente a livello cognitivo, presenteranno difficoltà e frustrazione nei giochi contenenti numerose regole che non risultano così efficaci ai fini dell'apprendimento. Al contrario, i bambini più grandi, risulteranno disinteressati ai giochi semplici e monotoni.

Da tali studi è risultato dunque come l'esercizio aerobico impegni la funzione esecutiva, mentre i processi cognitivi di ordine superiore, richiedano un comportamento mirato ed una coordinazione dei movimenti motori.

2.3. Fattori condizionanti il rendimento scolastico

Howard Gardner con la sua "Teoria delle intelligenze multiple" aveva una visione dei fattori cognitivi che teneva conto delle diverse modalità socio-culturali di approccio ai problemi, legati al mondo esterno e alle diverse realtà biologiche; in questo modo la nuova visione gardneriana dell'intelligenza, ovvero la capacità del sistema cognitivo di risolvere i problemi, dà origine ad un nuovo modo di concepire il ruolo e la funzione educativa delle attività motorie e sportive nello sviluppo completo dell'individuo.

Nell'ottica didattica e pedagogica, una corretta motricità permette la realizzazione di ampie possibilità educative, andando ad intervenire su tutte le aree di sviluppo del bambino.

È stato dimostrato scientificamente come esista una relazione diretta tra sviluppo motorio e sviluppo cognitivo in particolar modo nell'età della Scuola Primaria. "Il successo scolastico, la performance nei compiti e nei test dipendono da fattori che sono in stretta relazione con i voti scolastici, come attenzione, concentrazione, memoria,

riconoscimento e comprensione delle informazioni e questi possono essere incrementati o ridotti”¹⁸. Alcuni fattori incidono positivamente sul rendimento scolastico come la memoria, l’attenzione, la personalità e la stima di sé. Alcuni studi hanno infatti dimostrato come i bambini per prendere parte in modo efficace all’apprendimento, devono impegnare la loro attenzione utilizzando allo stesso tempo corpo, mente e funzioni sensoriali.

I giochi motori in tal senso favoriscono la riduzione della pigrizia conducendo i bambini più lenti a migliori livelli di apprendimento.

Come vedremo successivamente, esistono diverse forme di apprendimento che richiedono uno sforzo cognitivo più o meno elevato e per essere efficiente, l’apprendimento deve avvenire in specifiche condizioni e gli insegnanti svolgono un ruolo fondamentale nella qualità dell’apprendimento scolastico.

2.3.1. Benefici dell’attività motoria sul rendimento scolastico

Si sono ormai sviluppati numerosi studi e filoni di ricerche riguardanti l’esistenza di una relazione tra l’attività motoria e il rendimento scolastico e come le varie forme di compiti motori possano influenzare positivamente tali prestazioni scolastiche. Queste ultime rappresentano un indicatore importante per quanto riguarda la crescita e lo sviluppo dell’alunno e l’attività motoria può influenzare positivamente il bambino, contribuendo all’apprendimento in generale grazie ai suoi benefici globali.

I. Esteban-Cornejo et al¹⁹. prendono in considerazione 20 articoli dal 2000 al 2013 riguardanti studi condotti sull’associazione tra l’attività fisica e lo sviluppo delle funzioni esecutive in ragazzi dai 13 ai 18 anni, differenziando la performance accademica da quella cognitiva. Inoltre, tali studi si sono focalizzati anche su altri fattori che possono influenzare le prestazioni scolastiche, come il sesso, l’età e altri valori psicologici. In particolare, la performance cognitiva riguarda una grande varietà di

¹⁸ M.Valentini et al. Crescita e apprendimento attraverso il corpo in movimento, *Formazione & Insegnamento XVI-1* (2018)

¹⁹ I. Esteban-Cornejo et al., Physical activity and cognition in adolescents: A systematic review, *Journal of Science and Medicine in Sport* 18 (2015) 534-539

abilità come la lettura, la matematica, il ragionamento e la scienza, ovvero funzioni cerebrali psico-fisiologiche; la performance accademica, misurata attraverso voti scolastici, non è associata invece solo con la performance cognitiva ma comprende una sfera più ampia come la famiglia, l'insegnante o la qualità e la quantità dell'insegnamento scolastico. Sebbene alcuni studi abbiano dimostrato che la performance accademica e quella cognitiva siano correlate negli adolescenti, in altre ricerche i due parametri sono stati studiati separatamente.

In un totale di 20 articoli, quattro articoli (18%) non hanno trovato alcuna associazione tra l'attività fisica e il rendimento scolastico, 11 (50%) hanno trovato un'associazione positiva e uno ha mostrato un'associazione negativa (5%) e 5 articoli (23%) hanno trovato un'associazione positiva tra attività fisica e prestazioni cognitive. I risultati di questi studi, dunque, mostrano che la prestazione cognitiva è associata ad un'attività fisica vigorosa e che il rendimento scolastico è correlato ad essa, soprattutto nelle ragazze, ma sono necessarie ulteriori ricerche per chiarire il ruolo del sesso, dell'intensità e del tipo di attività fisica e di alcune variabili psicologiche.

Inoltre, uno studio ha evidenziato che gli orari delle lezioni di educazione fisica durante la giornata scolastica (cioè mattina o pomeriggio) possono influenzare i risultati come la frequenza alla prima, terza e quinta ora delle lezioni quotidiane di educazione fisica, correlata a prestazioni cognitive significativamente più elevate, mentre la frequenza alla lezione della sesta ora era invece associata a una diminuzione delle prestazioni cognitive.

Un ulteriore studio ha invece dimostrato che aumenti delle prestazioni cognitive erano associati ad un'attività motoria vigorosa e, al contrario, la prestazione accademica era associata non solo ad un'attività fisica vigorosa, ma anche ad attività di moderata intensità o ad intensità leggera. In questo senso, sembra dunque che diversi livelli di intensità dell'attività fisica abbiano effetti distinti sulla prestazione cognitiva e accademica ma sono necessari ulteriori studi prospettici e sperimentali negli adolescenti per esaminare il livello ottimale di attività fisica (intensità e quantità), valutando i vari livelli di attività fisica che possono conferire un miglioramento del rendimento scolastico. Inoltre, l'educazione fisica o la partecipazione sportiva fornivano una parte

dell'attività fisica quotidiana degli studenti, e queste erano post-correlate alla performance cognitiva e accademica.

Inoltre, tale revisione di letteratura ha identificato altri due potenziali fattori che potrebbero mediare l'associazione tra attività fisica e cognizione, ovvero l'autostima e la depressione. Esse infatti svolgono un ruolo chiave nella relazione tra attività fisica e rendimento scolastico.

M. Valentini²⁰ afferma come il rendimento scolastico sia rappresentato dall'apprendimento metodico della letto-scrittura dell'area logico-matematica e dell'integrazione visuo-motoria. Alcuni bambini normodotati dal punto di vista intellettuale, possono incontrare dei problemi nell'apprendimento di questi saperi poiché non hanno ancora raggiunto un adeguato sviluppo motorio, corporeo, sensoriale e percettivo. L'autore enfatizza dunque il fatto che esista un collegamento tra le funzioni, in particolare tra quelle legate all'intelligenza senso-motoria e l'aggiustamento motorio globale con le funzioni cognitive mentali.

Lo scopo del lavoro pubblicato è stato quello di mettere in evidenza i legami esistenti tra l'attività motoria e i principali indicatori del rendimento scolastico e cioè l'apprendimento della letto-scrittura, dell'area logico-matematica e dell'integrazione visuo-motoria.

Per garantire un efficace sviluppo delle abilità di lettura e scrittura, è fondamentale possedere alcuni prerequisiti chiave, come un vasto vocabolario, un normale sviluppo sensoriale, una buona padronanza dei movimenti di base, delle competenze motorie coordinative, una solida percezione e conoscenza del proprio corpo, nonché una comprensione dello spazio e del tempo.

In uno studio condotto da M. Valentini et al.²¹, invece si è visto che anche per la lettura e la scrittura i processi sono legati strettamente al consolidamento delle abilità motorie. La scrittura, infatti, è connubio tra movimento e linguaggio, coordinazione oculo-

²⁰ M. Valentini, Attività motoria e rendimento scolastico, *Pedagogia più didattica*, Vol.2, n°2 (2016)

²¹ M.Valentini et al. Crescita e apprendimento attraverso il corpo in movimento, *Formazione & Insegnamento XVI-1* (2018)

manuale che si traduce in segni grafici aventi un significato. L'apprendimento del leggere, scrivere e far di conto è strettamente legato alla percezione, conoscenza, coscienza del corpo insieme ad una lateralizzazione ben consolidata. Attraverso il corpo, il bambino, costruisce forme e figure, passaggio che gli permetterà poi di interiorizzare anche altri saperi, sostenendolo così nelle successive fasi di apprendimento e crescita.

Inoltre, l'apprendimento dell'area logico-matematica riveste un ruolo cruciale. I primi passi in questo campo sono infatti essenziali per lo sviluppo cognitivo dei bambini, poiché costituiscono la base per gli studi matematici scolastici successivi. L'obiettivo è acquisire competenze specifiche, sia disciplinari che trasversali, integrando conoscenza teorica (cognitiva) e capacità pratiche (operative).

L'apprendimento della matematica mira soprattutto a sviluppare la capacità di analizzare il mondo attraverso modelli mentali astratti, consentendo di affrontare situazioni problematiche quotidiane in modo adeguato. Per integrare la matematica nella vita quotidiana, specialmente per i bambini, è essenziale un approccio che combini gioco e movimento. Gli educatori delle scienze motorie guidano i bambini attraverso passaggi graduati nel mondo dei numeri in palestra, dove la matematica e l'attività fisica si fondono in un'esperienza concreta e tangibile. Uno degli aspetti cruciali nell'apprendimento matematico è l'integrazione tra concetti numerici e spaziali. Studi recenti evidenziano che la rappresentazione numerica si sviluppa spazialmente prima ancora che l'influenza della lettura e della scrittura entri in gioco. Pertanto, l'organizzazione spazio-temporale è un prerequisito essenziale per acquisire competenze matematiche. Nella scuola dell'infanzia, è possibile stimolare i bambini attraverso attività motorie ludiche, utilizzando oggetti come cerchi, coni, palloni e funicelle per insegnare concetti topologici come dentro/fuori, sopra/sotto, avanti/dietro, vicino/lontano, alto/basso.

Un altro elemento cruciale per il successo scolastico è l'integrazione visuo-motoria che implica la capacità di collegare informazioni visive con i movimenti del corpo, in particolare quelli legati alla scrittura. Un deficit in questa integrazione può causare difficoltà nell'esecuzione di attività grafiche, rendendo complicata la traduzione di

rappresentazioni visive complesse, come le lettere e i numeri. È quindi essenziale riconoscere l'importanza sia degli aspetti visivi che motori nell'apprendimento del bambino. L'integrazione visuo-motoria, infine, permette di discriminare tra lettere, numeri e segni, facilitando la loro corretta riproduzione. Inoltre, la capacità di comprendere il rapporto tra il corpo e gli oggetti nello spazio è considerata il fondamento della capacità di creare rappresentazioni mentali e di modificarle (C. Pesce, *Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*, p.96): tale capacità di visualizzazione mentale è importante per comprendere l'esecuzione di calcoli matematici, la disposizione delle molecole in una formula chimica o per la visione prospettica nel disegno e per una predisposizione alle arti creative.

Dunque, dall'analisi e dal confronto delle ricerche selezionate risulta evidente che l'attività motoria, nelle sue forme osservate (capacità coordinative, abilità grossomotorie, abilità motorie fini, capacità aerobica, cardiorespiratoria e forza muscolare), è strettamente correlata al rendimento scolastico, principalmente riguardo la lettura-scrittura, la matematica e l'integrazione visuo-motoria. Sebbene numerosi studi abbiano evidenziato come l'attività motoria porti ad un reale miglioramento delle funzioni cognitive e delle prestazioni accademiche, insegnanti ed educatori non dispongono ancora di molte informazioni sulla programmazione dell'attività motoria per potenziare le funzioni mentali nei bambini. Infatti, i metodi utilizzati nella ricerca sono molto diversi da quelli utilizzati nell'ambito scolastico o extrascolastico. Come afferma C. Pesce (2023), un modo efficace affinché avvenga un passaggio dalla ricerca alla pratica è quello di comprendere le modalità di funzionamento degli interventi di attività fisica. Dopo aver acquisito ciò, è possibile sviluppare dei programmi efficaci di formazione degli insegnanti focalizzati su tale attività.

Risultati simili sono stati riportati anche da insegnanti di un gruppo di bambini frequentanti il primo anno di scuola primaria. In questo studio condotto da P. Tortella et al.²² invece, si è verificato come un programma di attività motoria ad una certa frequenza ed intensità possa sviluppare i processi cognitivi importanti per

²² P.Tortella et al., Attività motoria e processi cognitivi nella scuola dell'infanzia: cosa rilevano gli insegnanti, *ResearchGate*, Vol 5 (2014)

l'apprendimento scolastico. Le attività motorie vertevano soprattutto allo sviluppo di capacità come la manualità, l'equilibrio e la mobilità ed erano rivolte a bambini che non praticavano nessuna attività motoria nel pomeriggio o che non frequentavano luoghi ludici come i parco giochi.

Gli insegnanti hanno osservato come solo i bambini del gruppo sperimentale abbiano presentato una capacità di attenzione, di attesa, di collaborazione e di orientamento spaziale, di manualità ed equilibrio nettamente maggiore rispetto ai bambini non frequentanti attività motoria.

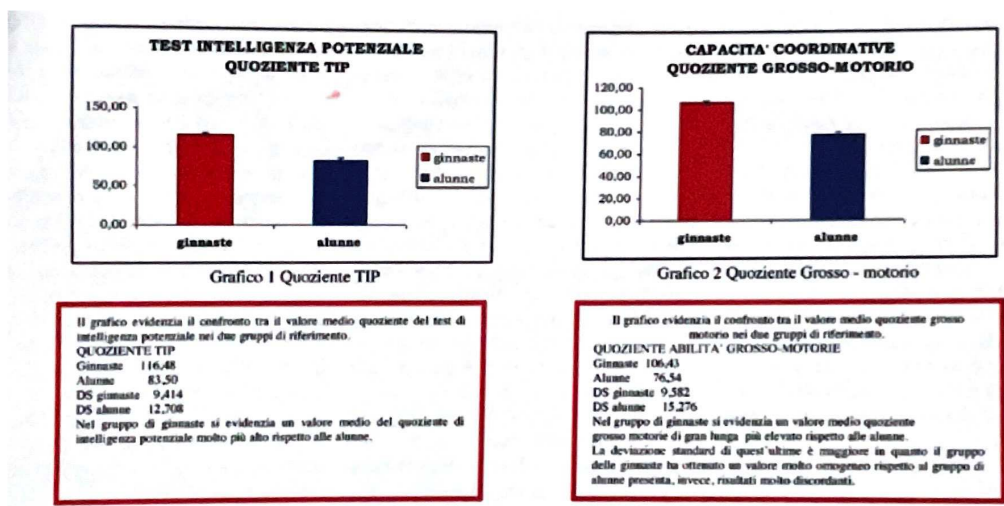
Un altro studio riportato da C. D'Anna²³, ha condotto invece una ricerca su due gruppi di bambine di età compresa tra i 6 e gli 11 anni, il primo costituito da ginnaste e il secondo da alunne della scuola primaria, con l'obiettivo di valutare lo stato di benessere psico-fisico ma soprattutto di analizzare quali fossero le possibili relazioni tra intelligenza potenziale e le diverse componenti fisico-motorie. A tale scopo sono stati utilizzati due test, il TGM di Ulrich (1985) per la valutazione delle abilità grosso-motorie come le capacità motorie condizionali e coordinative, la mobilità articolare e la composizione corporea e il TIP di Rosa Angela Fabio (2007) per la valutazione dell'intelligenza potenziale, della modificabilità cognitiva e dell'elasticità nell'adattamento alle situazioni nuove. Quest'ultimo in particolare riguarda un "test «dinamico» all'interno della situazione test, che consente di valutare il livello di sviluppo potenziale e di scongiurare il rischio di ottenere erroneamente risultati inferiori alla media non a causa di un reale problema intellettuale ma di un possibile svantaggio socioculturale" (Ivi, p.)

Il TGM è stato effettuato durante le ore di Educazione Motoria al mattino mentre il TIP è stato effettuato durante le ore di rientro pomeridiano.

I grafici sottostanti evidenziano delle differenze significative tra i due gruppi oggetto di analisi: nelle abilità grosso-motorie i valori attribuiti alle ginnaste sono quasi il doppio di quelli attribuiti al campione di alunne, visto che l'aspetto coordinativo fine è allenato e

²³ C.D'Anna, Le abilità grosso-motorie per un'intelligenza potenziale, analisi comparativa tra ginnaste ed alunne della scuola primaria, *Educazione fisica e sport nella scuola*- EFSS, n.256-259, pp.31-37 (2016)

ricercato in modo specifico. Dato interessante riguarda invece il risultato della valutazione dell'intelligenza potenziale che ha permesso di evidenziare che le ginnaste hanno un quoziente TIP superiore alle alunne. Va evidenziato comunque che il campione analizzato essendo appartenente a un livello socio-culturale medio alto, ha ottenuto un valore del TIP genericamente alto a voler rappresentare un quoziente intellettuale potenziale medio di base elevato.



Fonte da "Le abilità grosso-motorie per un'intelligenza potenziale, analisi comparativa tra ginnaste ed alunne della scuola primaria", *Educazione fisica e sport nella scuola*, C. D'Anna

2.3.2.1 Apprendimento

Con il termine apprendimento si definisce un processo esperienziale, ossia dipendente dalle esperienze più o meno significative che un soggetto compie nell'arco della sua vita e che provocano in lui un cambiamento più o meno permanente e coerente.

Tali cambiamenti implicano dei processi interni al bambino e per questo motivo l'apprendimento risulta difficile da osservare in maniera diretta. Infatti, esiste una fondamentale differenza tra le azioni visibili (come il risultato e la performance) e i cambiamenti cerebrali che avvengono dopo un processo di apprendimento.

Quest'ultimo è inoltre relativamente duraturo e si basa sulle esperienze e sulla pratica che consentono al bambino di memorizzare dei ricordi, immagazzinati in specifiche aree

del cervello per un certo periodo di tempo. Imbasciati²⁴ si interroga su quale tipo di apprendimento modifichi maggiormente le capacità di apprendere, come avvenga tale processo e come si costruiscano o distruggano le capacità mentali. La sua risposta sta nella distinzione tra il determinismo genetico delle funzioni mentali (ovvero la macromorfologia del cervello, uguale per tutti gli individui) e le differenze funzionali cerebrali, che iniziano dalla vita fetale e si protraggono per tutto l'arco della vita di un individuo; tali differenze sono influenzate dalle esperienze esterne e soprattutto da come esse vengono elaborate dall'apparato di quell'individuo in quel momento. Infatti, le neuroscienze ci dicono che il cervello elabora una certa esperienza in base a come esso funziona durante tale esperienza e così due individui sottoposti allo stesso stimolo esterno, possono ricavarne un risultato diverso.

Caterina Pesce²⁵ sottolinea a tal proposito l'importanza della pratica come unica fonte per acquisire delle competenze e abilità motorie. L'apprendimento, infatti, fornisce il potenziale per l'azione, fornendo a chi apprende la capacità di avviare dei movimenti e di controllarli; è importante inoltre distinguere gli effetti della crescita da quelli dell'apprendimento per valutare lo sviluppo delle abilità acquisite.

2.3.2.2. Le curve di apprendimento

Con il termine *curva di apprendimento* si intende un metodo utilizzato per mettere in evidenza il rapporto tra il tempo necessario per l'apprendimento e la quantità di informazioni correttamente apprese. Essa comprende una rappresentazione grafica riguardante il numero dei tentativi e la corrispondente prestazione ottenuta ed è dunque considerata un indicatore dell'incremento delle capacità di apprendimento.

Sulle curve di apprendimento influiscono numerosi fattori come i metodi di esercitazione, la tipologia e la difficoltà dei compiti, l'età del soggetto, le conoscenze pregresse, il metodo di insegnamento (spiegazione/imitazione/dimostrazione) , il

²⁴ A.Imbasciati, *Psicoanalisi e cognitivismo*, Armando Editore, Roma, (2005)

²⁵ C.Pesce, et al., *Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*, Calzetti Mariucci, Ferriera (PG), 2023 (P.47)

comportamento dell'insegnante (paziente, cooperativo, empatico,..) o l'ambiente esterno; questi fattori influenzano l'andamento diversificato delle curve .

Come affermato da Weineck²⁶, però, "le curve reali di apprendimento sono estremamente difficili da ottenere. La curva di apprendimento in sé non esiste: nel tipo di acquisizione dell'abilità si riflettono la specificità del compito e la specificità di chi apprende". Tuttavia, chi insegna deve favorire un adattamento adeguato al processo di apprendimento individuale, garantendo un clima favorevole e propositivo all'acquisizione di nuove conoscenze e allo sviluppo di capacità e abilità individuali.

La curva di apprendimento di un bambino può essere influenzata in particolare da quattro strumenti fondamentali, quali le istruzioni date dall'insegnante al bambino e che rivestono una particolare importanza nella velocità e nel livello di apprendimento delle abilità; il *modeling* o apprendimento osservativo, che si riferisce all'apprendimento ottenuto dall'osservazione di azioni fondamentali nello svolgimento di un compito motorio e che permette al bambino di acquisire delle immagini mentali per sviluppare il proprio schema motorio; i *feedback intrinseci ed estrinseci* ed infine la riorganizzazione degli *schemi della pratica*. In particolare, si definiscono condizioni di *pratica costante* quelle in cui il movimento viene eseguito ripetutamente ai fini dell'acquisizione di un nuovo programma motorio, mentre le condizioni di *pratica variabile* richiedono la capacità di problem solving e risulta quindi essere più efficace della pratica costante.

Questi quattro strumenti promuovono il coinvolgimento dell'*impegno mentale*, ovvero un'azione controllata e stimolante che serve a risolvere dei particolari problemi e ad affrontare le sfide. Il grafico (a) riportato sotto rappresenta sull'asse delle ascisse il numero di tentativi effettuati da un bambino nel lancio di una palla misurata nel corso di numerose prove, mentre sull'asse delle ordinate viene rappresentata la precisione di lancio da 0% a 100%. Il grafico (b), invece rappresenta la classica curva di apprendimento.

²⁶ J. Weineck, *L'allenamento ottimale*, Calzetti Mariucci, Ferriera (PG), 2007 (P.610)

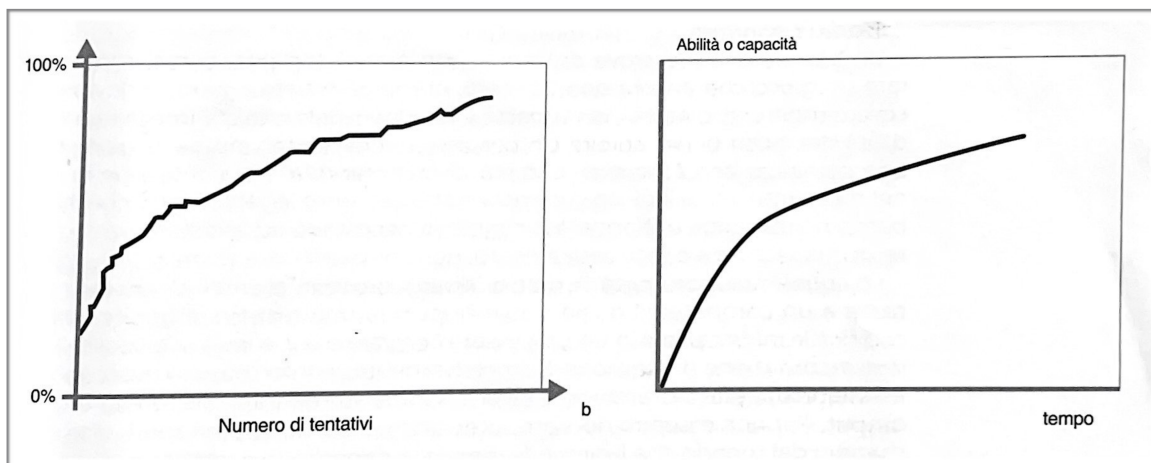


Foto presa dal libro *Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*, C.Pesce

2.3.2.3. Teorie dell'apprendimento

Modello comportamentista

Secondo la corrente di pensiero comportamentista, sviluppata negli anni '60 a partire da Watson, l'apprendimento segue gli stimoli provenienti dall'ambiente esterno nella forma di stimolo-risposta: si pensava infatti che trasmettendo delle conoscenze sempre uguali, la visione della realtà sarebbe stata sempre uguale, senza il coinvolgimento delle strutture mentali. Secondo questa teoria, i contenuti da apprendere sono disposti secondo un ordine lineare e progressivo, di gradualità crescente e dunque la traiettoria di avanzamento risulta prestabilita e sequenziale in una trasmissione diretta tra insegnante e discente. Tuttavia, oggi le moderne teorie comportamentiste hanno allargato il concetto di stimolo e risposta agli elementi dell'ambiente esterno come le relazioni sociali o ad elementi intrinseci come l'attenzione e la motivazione, nello sviluppo del processo di apprendimento.

Skinner, psicologo statunitense (1904-1990), dimostrò invece l'approccio comportamentista sul piano educativo a partire da esperimenti su animali. Egli formulò la teoria del rinforzo secondo la quale uno stimolo positivo e dunque una certezza, migliora la velocità di apprendimento. Egli lo definì "condizionamento operante": gli esseri umani sono motivati a ripetere le azioni se esse vengono rinforzate in maniera

positiva quando si manifestano.

Modello cognitivista

A seguito della crisi del comportamentismo, tra il 1950 e il 1960, si sviluppò in ambito psicologico la corrente di pensiero cognitivista che concepiva il cervello come un elaboratore sequenziale di informazioni, slegandosi dunque dai costrutti comportamentisti legati al principio di causa/effetto-stimolo/risposta. In questa visione, l'uomo è considerato capace di agire grazie alle proprie elaborazioni personali, tramite alcune componenti fondamentali come la percezione sensoriale, la raccolta delle informazioni grazie al sistema sensoriale e la memoria di lavoro a breve e a lungo termine.

Modello costruttivista

Con Bruner (1915-2016) si ha una “rivoluzione contestuale” in cui le azioni non vengono più interpretate in riferimento a dimensioni intra-psichiche, come nei modelli tradizionali dell'intelligenza; la conoscenza, infatti, non ha sede solo nella mente di una persona ma anche negli strumenti esterni di supporto.

Il modello costruttivista non rinuncia dunque alla capacità progettuale, ma pone in primo piano il soggetto che apprende, la imprevedibilità stessa dell'atto acquisitivo, la necessità di fornire al soggetto stesso una molteplicità variegata di appigli e sostegni, l'importanza della negoziazione interpersonale e della cooperazione.

Nel modello costruttivista, infine, non vi è un punto di partenza: vi è una selezione, elaborazione e combinazione degli elementi, ottenendo così un percorso flessibile e un prodotto conoscitivo individuale, piuttosto che omologato.

2.4. Richieste cognitive dell'esercizio fisico in età evolutiva, principi legati alla psicologia dell'azione

2.4.1. Controllo motorio

Per *controllo motorio* si definisce la capacità di controllare un movimento corporeo in modo da svolgere un'azione finalizzata ad uno scopo richiesto.

Nella fase di apprendimento di un movimento, si distinguono una fase di riconoscimento, dove l'atleta comprende il gesto motorio, e una fase di esercitazione, dove vengono attivate aree cerebrali diverse e ciò comporta una riduzione progressiva dell'attenzione cosciente e un'automatizzazione del gesto stesso.

In questo modo, l'attività cerebrale diventerà sempre più economica e finalizzata, con un dispendio metabolico o cerebrale minore e una crescita dei relativi processi di apprendimento.

In particolare, come viene spiegato da Weineck²⁷, l'automatizzazione di un gesto motorio porta ad una minore attivazione corticale, sia prima che durante l'esecuzione di un movimento, grazie ad un'inibizione dei processi cognitivi irrilevanti e ad un minore coinvolgimento dei centri associativi importanti dal punto di vista motorio.

Ciò comporta inoltre una diminuzione dell'attivazione cerebrale bilaterale a favore di quella monolaterale (in particolare la metà dominante del cervello).

Risulta quindi evidente come un'azione motoria finalizzata necessiti di un tempo minore per essere avviata, poiché vengono sollecitati meno legami sinaptici.

2.4.2. L'apprendimento motorio

Per apprendimento motorio si intende la capacità di acquisizione e di assimilazione di un gesto motorio a tal punto da diventare automatico e non più volontario. In particolare, un apprendimento motorio si caratterizza per la sua stabilità e continuità nel tempo e il massimo risultato lo si raggiunge quando le esercitazioni vengono fatte in modo corretto e controllato, con attenzione e consapevolezza; questa capacità, raggiunge il massimo sviluppo ed durante la prima età scolare.

I presupposti cognitivi alla base dell'acquisizione di un apprendimento motorio sono il miglioramento progressivo nell'esecuzione del compito, un'adeguata costanza nel completare le fasi attuative del comportamento osservato, la capacità di eseguire in modo corretto le azioni richieste anche in condizioni ambientali differenti e la persistenza dei miglioramenti prestativi per periodi di tempo sempre più lunghi.

²⁷ J. Weineck, *L'allenamento ottimale*, Calzetti Mariucci, Ferriera (PG), 2007

Gli psicologi dell'età evolutiva hanno manifestato interesse per le modalità di apprendimento, riscontrando delle differenze sostanziali tra i processi mentali dei bambini e degli adulti. In particolare, l'aspetto più rilevante che li distingue è il tempo di reazione, che risulta essere più lungo nei bambini. Questo perché un bambino riscontra maggiore difficoltà ad organizzare le informazioni nell'esecuzione di un compito complesso e fino all'età di 5 o 6 anni tende a concentrarsi solo su alcuni elementi rilevanti o insignificanti. Quest'ultimo aspetto verrà migliorato tra i 6 e i 12 anni, quando il bambino riuscirà a prestare attenzione sia agli aspetti più rilevanti, che a quelli non pertinenti al compito da svolgere. Queste differenze comportano un necessario differenziamento dei programmi di attività motoria rispetto allo sviluppo delle capacità cognitive dei bambini.

Un altro aspetto da considerare è che il gioco permette ai bambini di sviluppare e di acquisire abilità di *problem solving*, utilizzando le capacità cognitive per risolvere delle situazioni derivate dall'ambiente esterno, manipolando e interagendo con ciò che lo circonda. La capacità di modificare il proprio ambiente è fondamentale sia nelle teorie del gioco che dell'intelligenza, infatti, una delle componenti dell'intelligenza nell'adulto è la capacità di modificare l'ambiente per massimizzare le abilità acquisite (*Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*).

2.4.3. Gli stadi dell'apprendimento

L'apprendimento motorio, come quello intellettuale, si sviluppa attraverso degli stadi che richiedono progressivamente meno impegno mentale. Un primo modello che identificava tali fasi fu elaborato da Fitts e Posner (1967) e ampliato successivamente da altri studiosi (Meinel & Schnabel, 1998; Proctor, Reeve, & Weeks, 1990) (*Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*), e vedeva l'apprendimento come il susseguirsi di tre stadi:

- *stadio cognitivo*: è caratterizzato da un controllo analitico dei movimenti, da una comprensione degli obiettivi, delle modalità e dalle ragioni del gioco. A livello cognitivo questa fase risulta essere molto dispendiosa e in particolare essa comporta l'input verso diversi processi mentali di base come l'attenzione, che consente di

analizzare le nuove informazioni sensoriali in entrata, determinando quelle importanti da quelle non necessarie e la memoria. Quest'ultima viene suddivisa in due categorie, la *memoria dichiarativa* che consente il ricordo di eventi e fatti e richiede una consapevolezza cosciente per essere richiamata alla mente, e la *memoria procedurale* che riguarda il modo in cui si svolgono le cose (come andare in bicicletta o suonare uno strumento musicale), e può essere richiamata alla mente senza alcuno sforzo cosciente.

- lo *stadio associativo* richiede un minor impegno cognitivo poiché è caratterizzato da una progressiva automatizzazione e fluidità dei gesti motori e l'attenzione passa dunque dalla consegna all'esecuzione del movimento. In questa fase diventano di fondamentale importanza i feedback correttivi e di controllo, che forniscono informazioni utili ai fini del gesto motorio corretto. Lo sviluppo delle abilità richiede un apprendimento esplicito, che implica un'attenzione e una valutazione coscienti, o un apprendimento implicito che produce abitudini quasi inconsapevoli.
- lo *stadio autonomo* è caratterizzato invece da una massima automatizzazione di gesti motori che richiedono un impegno cognitivo minimo. Il movimento si consolida dopo svariate ripetizioni e viene eseguito in perfetta sicurezza anche in situazioni complesse. In questo stadio l'attenzione può allontanarsi dal controllo motorio e focalizzarsi su altre variabili esterne o su eventuali strategie di gioco.

2.4.4. Apprendimento e memoria

Il ruolo di apprendimento e di memorizzazione è principalmente deputato al sistema limbico e alla corteccia superiore, ma anche il cervelletto svolge un ruolo chiave in tali processi.

Ogni volta che immagazziniamo nuove conoscenze, il cambiamento nervoso che avviene è definito *traccia di memoria*. Solitamente vengono immagazzinate le informazioni di tipo non verbale, anche se è possibile memorizzare delle informazioni parola per parola. Si distinguono in particolare tre tipi di memoria che sono attivate da processi neuro-fisiologici diversi: *memoria immediata* (o di lavoro), a *breve* e a *lungo termine*.

La *memoria di lavoro* o “lavagna cancellabile della mente”²⁸, comprende la manipolazione, per breve tempo, di informazioni riguardanti il compito mentale corrente. In essa, vengono trasferite sia le nuove conoscenze acquisite, che quelle già immagazzinate, in modo da poter ragionare, pianificare e prendere decisioni logiche sul compito da svolgere.

Per *memoria a breve termine*, invece si intende una memoria che dura da qualche secondo a qualche ora, mentre quella a *lungo termine* viene mantenuta per giorni o anni attraverso il *consolidamento* delle tracce di memoria a breve termine nei magazzini di quella a lungo termine. Tale processo avviene più efficacemente attraverso la *pratica attiva* o alla *reiterazione* dell’azione svolta.

La capacità della memoria a breve termine è minore di quella a lungo termine e le informazioni contenute in essa vengono dimenticate in modo permanente, a differenza di quella a lungo termine dove le informazioni vengono dimenticate solo in modo temporaneo o modificate nel tempo finché non vengono consolidate attraverso la pratica costante.

Inoltre, sembra che diversi aspetti informativi di tracce della memoria a lungo termine, vengano elaborati in magazzini con altre memorie dello stesso tipo.

A livello neurofisiologico, alla base della memoria a lungo e breve termine vi sono delle variazioni degli schemi dei segnali trasmessi, attraverso le sinapsi di una vasta rete neurale. Infatti, a seguito delle modificazioni del comportamento che seguono l’apprendimento, ci saranno delle modificazioni dei circuiti nervosi.

In particolare, la memoria è influenzata dai cosiddetti *potenziatori* o *inibitori* della memoria stessa, ovvero dei neuroormoni che potenziano o inibiscono i processi mnemonici.

Essi dunque, stabiliscono la memoria a breve termine e modulano i processi per la costruzione della memoria a lungo termine.

Inoltre, l’apprendimento è influenzato dai “rinforzi positivi” e dai “rinforzi negativi” che migliorano o peggiorano tale processo.

²⁸ L. Sherwood, *Fondamenti di Fisiologia Umana*, Piccin-Nuova Libreria, Padova , 2012(p.135)

Come evidenziato da Weineck , (*L'Allenamento ottimale*) tra i rinforzi positivi vi sono dei peptidi che provengono dai lobi anteriori (ad esempio ACTH), centrali (ad esempio ALFA-MSH) e posteriori (ad esempio vasopressina) dell'ipofisi. Tali ormoni si differenziano solo per la durata della loro azione (ore come l'ACTH, giorni come il DS1-15 o settimane come la vasopressina) e la loro mancanza o diminuzione determinano un peggioramento della prestazione di apprendimento. Dunque, le capacità mnemoniche inter individuali possono essere attribuite alla presenza o assenza di tali sostanze.

Inoltre, è da evidenziare come la memoria a breve termine e quella a lungo termine implicano dei meccanismi differenti:

1. Memoria a breve termine: implica delle modificazioni transitorie nelle sinapsi preesistenti, come la variazione della quantità di neurotrasmettitori rilasciati a seguito di uno stimolo o l'aumento della capacità di risposta della cellula post-sinaptica al neurotrasmettitore interessato in tale circuito nervoso;
2. Memoria a lungo termine: richiede invece l'attivazione di alcuni geni specifici che controllano la sintesi delle proteine, necessari per provocare dei cambiamenti a livello di alcune sinapsi, come la formazione di nuove connessioni sinaptiche o cambiamenti strutturali delle membrane pre e post sinaptiche. In tal modo, si hanno dei cambiamenti fisici abbastanza permanenti nell'encefalo.

Nell'encefalo, vi sono delle specifiche regioni, ovvero quelle corticali e sottocorticali, dove risiedono i neuroni implicati nelle tracce della memoria: nello specifico, queste regioni sono l'ippocampo e le strutture del lobo temporale ad esso associate come il sistema limbico, il cervelletto, la corteccia prefrontale e altre aree della corteccia cerebrale.

L'ippocampo e la memoria dichiarativa:

L'ippocampo, situato nella porzione allungata mediale del lobo temporale che è parte del sistema limbico, svolge un ruolo fondamentale sia per quanto riguarda la memoria a breve termine, poiché implica l'integrazione di diversi stimoli correlati, sia per il

consolidamento della memoria a lungo termine. In quest'ultimo caso, le informazioni vengono immagazzinate solo temporaneamente per poi essere trasferite in altri siti dove l'immagazzinamento diventerà più duraturo.

L'ippocampo e le regioni circostanti hanno un ruolo particolarmente importante nella memoria dichiarativa, ovvero quella memoria che implica una rievocazione cosciente e che si forma dopo una sola esperienza e che può essere dichiarata o verbalizzata in una frase o riassunta in un'immagine mentale.

Il cervelletto e la memoria procedurale:

Il cervelletto e le regioni corticali pertinenti svolgono un ruolo fondamentale nella memoria procedurale, ovvero quel tipo di memoria che coinvolge le abilità motorie che sono state acquisite attraverso l'allenamento ripetuto (per esempio la memorizzazione di una sequenza di un balletto di danza).

La memoria procedurale, non ha bisogno dello sforzo cosciente, come avviene per la memoria dichiarativa; in tal modo l'esecuzione di un esercizio avverrà in modo più automatico, senza dover pensare esattamente a come dev'essere svolto quel movimento. Le aree corticali coinvolte in questo tipo di memoria, sono costituite da degli specifici sistemi motori e sensoriali coinvolti nell'esecuzione di quel tale esercizio e saranno diversi rispetto ad un'altra routine motoria.

La corteccia pre frontale e la memoria di lavoro:

La corteccia associativa pre frontale, invece, è responsabile delle complesse abilità di ragionamento associate alla memoria di lavoro.

La corteccia pre frontale, infatti, mantiene temporaneamente i dati rilevanti pronti per essere utilizzati ed è inoltre responsabile delle cosiddette funzioni esecutive che implicano l'integrazione e la pianificazione di queste informazioni per lo svolgimento di un'attività o per la risoluzione di problemi.

Vi sono diversi siti di immagazzinamento delle informazioni nella corteccia prefrontale, a seconda della natura dei dati importanti al momento.

Per esempio, la memoria di lavoro che implica informazioni spaziali è localizzata in una regione pre frontale diversa da quella della memoria di lavoro che implica informazioni di tipo verbale o legate all'aspetto di un oggetto.

Sincronizzazione a breve termine dell'attività di scarica di popolazioni di neuroni diverse, ma che cooperano funzionalmente

Durante l'esecuzione di un movimento, a breve termine alcuni neuroni distribuiti sull'intero cervello si possono dimostrare "affini", ovvero possono cooperare funzionalmente nell'esecuzione di un movimento, attraverso la loro sincronizzazione di attività di scarica.

In tal modo, si combinano unioni di cellule che portano informazioni da più aree del cervello, in modo tale da integrare in modo più accurato e adeguato il movimento da compiere.

All'inizio di un processo di apprendimento, le informazioni in entrata devono percorrere più volte i cosiddetti *circuiti riverberanti*, importanti per fissare i cosiddetti *long loop* e per la formazione della memoria.

Dal punto di vista fisiologico, dunque, i circuiti si creano solo grazie a input sensoriali esterni, all'esperienza o a controlli inconsci. Se questi circuiti hanno determinato un output, tali circuiti scompaiono e i neuroni coinvolti sono disponibili ad essere coinvolti in nuovi sistemi funzionali.

Dopo tali considerazioni, si può dunque evincere come l'apprendimento induca la formazione e la fissazione di "circuiti neuronali" specifici per ciò che si sta apprendendo e che, attraverso speciali meccanismi mnemonici, vengono immagazzinati per più o meno tempo, con la possibilità di essere richiamati.

Al contrario, disapprendere implica la scomparsa di un circuito di movimento applicato precedentemente.

Nel cambiamento di un apprendimento già acquisito, invece, si ha la sostituzione di un circuito già consolidato con uno nuovo.

2.5. Energia mentale legata all'apprendimento

Nello sviluppo del bambino, si verificano dei cambiamenti nello stato energetico-fisiologico e dell'arousal, influenzando il suo apprendimento. Come sottolinea Caterina Pesce, i ricercatori contemporanei che si occupano di “energetica cognitiva”, studiano le connessioni tra le attività delle strutture fisiologiche e i processi mentali di tipo psicologico.

Essi hanno notato come molti aspetti cognitivi siano legati ad una “fredda” logica, ovvero quella che permette l'analisi dei meccanismi di causa-effetto delle azioni, altri invece ad emozioni “calde” e a sentimenti. L'equilibrio tra questi processi, ovvero la “metacognizione calda”²⁹, influenza le modalità e l'efficacia dell'apprendimento del bambino.

Il movimento, il gioco e l'attività motoria svolgono un ruolo fondamentale per quanto riguarda la sfera psichica e emozionale. I metodi per comprendere come i bambini esprimano la loro determinazione e affrontino il compito da assolvere sono infatti aspetti essenziali per quanto riguarda la ricerca nel campo delle scienze sociali.

L'attività fisica, infatti, migliora la gestione dello stress, riduce l'ansia, promuove una sana regolazione del sonno e aumenta l'autostima, riducendo il rischio di depressione.

Durante le lezioni, è giusto che i bambini abbiano il giusto livello di *arousal* (ovvero di attivazione corporea) durante le lezioni: infatti, l'aumento di attenzione e di concentrazione durante i periodi di incremento dell' *arousal*, pongono le basi per il fissarsi dei ricordi. Quando l'apprendimento avviene in uno stato di *arousal* fisico moderato, il numero di informazioni ricordate è maggiore.

²⁹ D. Ianes, I meccanismi cognitivi e attentivi che guidano gli apprendimenti e la motricità complessa, una visione neuro scientifica, *Convegno di Neuroscienze e sport*, Sede Erickson Trento (2020)

2.6. Funzioni esecutive legate all'attività motoria

Negli ultimi anni si sta sempre più assistendo ad un incremento di bambini con problemi di apprendimento e di comportamento. Come affermato da M. Valentini³⁰, in questa situazione può avere un ruolo importante lo scarso sviluppo delle funzioni esecutive (memoria di lavoro, inibizione e flessibilità cognitiva). Gli insegnanti considerano a tal proposito la capacità di autocontrollo, l'attenzione focalizzata e il possesso di buone capacità inibitorie delle qualità essenziali per l'apprendimento scolastico, ancor di più del livello di intelligenza (Qi), poiché esse sono essenziali per la salute mentale, fisica, per il successo formativo a scuola e nella vita e per lo sviluppo cognitivo, sociale e psicologico dell'individuo. Come abbiamo visto, le funzioni esecutive sono allenabili, permettendo un incremento maggiore delle capacità di apprendimento scolastiche, anche nei bambini che partono da un livello più basso.

Un primo studio (V.Biino, *L'attività fisica correlata alle funzioni esecutive: studi e applicazioni in ambito scolastico*, 2020) che ha mostrato chiaramente che l'esercizio cronico migliora le funzioni esecutive dei bambini e che modifica le funzioni del cervello fu condotto Cathrine. L. Davis e colleghi nel 2011 negli Stati. Da questo studio è emerso come le funzioni esecutive siano ancora più sensibili, rispetto ad altri aspetti della cognizione coinvolti in un movimento, dopo un lavoro centrato sull'esercizio aerobico (Colcombe & Kramer, 2003).

P. Tortella et al.³¹ riportano invece degli studi recenti condotti da Hillman (2014), da Devis e all. (2011) e da Best (2010) nei quali si evince come l'incremento di funzioni esecutive possa portare ad un miglioramento della prestazione scolastica in particolare in matematica e lettura. Inoltre, Bergmann, Nutley e all. (2011) ritengono che l'incremento delle funzioni esecutive si verifichi in condizioni di difficoltà incrementali del compito da svolgere o da attività in "zona di sviluppo prossimale" come la definirebbe Vygotsky.

³⁰ M.Valentini et al. Crescita e apprendimento attraverso il corpo in movimento, *Formazione & Insegnamento XVI-1* (2018)

³¹ P.Tortella et al., Attività motoria e processi cognitivi nella scuola dell'infanzia: cosa rilevano gli insegnanti, *ResearchGate*, Vol 5 (2014)

Nello specifico, le regioni responsabili delle funzioni primarie (come il sistema motorio e sensoriale), maturano prima delle regioni collegate agli ordini più grandi di associazioni e dunque visto che le ultime regioni cerebrali che si sviluppano sono collegate con quelle primarie, se ne deduce che le funzioni esecutive siano essenziali per il benessere fisico e mentale e per il successo accademico, cognitivo, psicologico e sociale del bambino. Alla base di ciò risiede il fatto che i compiti motori attivino le stesse regioni del cervello che sono usate per controllare i processi cognitivi di ordine superiore, come il ragionamento, la pianificazione e il problem solving; ciò comporta benefici nei circoscritti settori del funzionamento cognitivo, rendendo così i bambini in grado di migliorare i propri risultati in compiti come la lettura o in lavori che richiedano attenzione o memoria, in particolare dopo aver partecipato a una sessione di attività fisica.

Alti livelli di benessere cardiorespiratorio permettono di avere dei risultati migliori in compiti che richiedono un'elevata distribuzione dell'attenzione e una performance superiore nei test di memoria che coinvolgono l'ippocampo ed hanno un rendimento migliore nei test rispetto a quelli con livelli più bassi di benessere. Invece, delle buone abilità motorie sono state relazionate ad un rendimento migliore in vari test cognitivi tra cui compiti per il Q.I., l'attenzione, il controllo inibitorio, la memoria degli item e il rendimento scolastico (M.Valentini et al. *Crescita e apprendimento attraverso il corpo in movimento*).

Per valutare il controllo inibitorio, il test Erickson Flanker è sicuramente uno dei test più attendibili e consiste nell'identificare il verso della freccia centrale all'interno di una serie di frecce; bisogna individuare e indicare lo stimolo centrale (o bersaglio) trascurando gli stimoli esterni che disturbano (F). Gli esiti di questi test hanno provato che alti livelli di benessere cardiorespiratorio sono associati ad una maggiore precisione delle risposte. Inoltre, Chaddock e i suoi collaboratori (Chaddock, Hillman, Pontifex, Johnson, Raine, Kramer, 2012a, pp.421-430) hanno dimostrato che i bambini più in forma hanno performance superiori in accuratezza e tempi di reazione avendo un migliore controllo attentivo durante il test e maggiore concentrazione rivolta allo stimolo. Ciò indica che alunni più in forma possedano un migliore controllo cognitivo.

Capitolo 3: Approcci pedagogici e metodologici per favorire l'interconnessione cognitiva e motoria

3.1. Ruolo del gioco nell'apprendimento motorio e cognitivo

Il gioco rappresenta per i bambini il primo strumento di apprendimento motorio e cognitivo. Infatti, essi per natura sentono la necessità di muoversi per il proprio benessere psicofisico e sociale.

Durante la prima infanzia, il bambino passa naturalmente da un “gioco spontaneo”, ovvero non regolamentato, ad un gioco vincolato da regole che consente di individuare un obiettivo da raggiungere. In particolare si distingue il “gioco deliberato”, ovvero un’attività ludica basata su regole e gestita da un adulto o dai bambini stessi, dalla “pratica deliberata”, che consiste in attività motorie strutturate a livello sportivo, con metodologie di allenamento specifiche. (C. Pesce et al., *Joy of Moving*, 2017).

Nel gioco spontaneo, i bambini presentano un alto grado di *arousal* fisico e mentale creato dall’incertezza e dalla novità esterna che li spinge a ristabilire una condizione organizzata e prevedibile, la quale a sua volta crea sensazioni positive a livello psicologico. C. Pesce (2023), inoltre, afferma come il gioco spontaneo permetta sia di sviluppare la cooperazione con gli altri ma anche la creatività, elemento di integrazione essenziale di molteplici processi mentali. Infatti, i bambini devono riorganizzare gli schemi motori già conosciuti, elaborando un pensiero di ordine superiore per creare un movimento nuovo.

Un fattore molto importante che il gioco sviluppa è la capacità di *problem solving*, che fornisce la possibilità di utilizzare le proprie capacità cognitive per risolvere problemi nell'ambiente naturale in condizioni di pratica variabile. Così il bambino acquisisce la capacità di interagire, modificare e manipolare il mondo esterno in modo attivo e non assorbendo informazioni in modo passivo. Sempre Pesce sottolinea come “la capacità di modificare il proprio ambiente per realizzarne un vantaggio è fondamentale non solo nelle teorie del gioco, ma anche in quelle dell’intelligenza”.

Il modello ecologico suggerisce agli insegnanti di attribuire importanza ai giochi che promuovono l'esplorazione e la scoperta divergente, che incoraggiano differenti soluzioni di un problema.

I giochi che utilizzano il principio della scoperta (giochi *open-ended*) necessitano di un impegno cognitivo importante che conduce ad una maggiore destrezza nella risoluzione di un problema, avvalendosi delle risorse fisiche e mentali disponibili e promuovendo le funzioni esecutive e la creatività.

3.1.1. I giochi di movimento

Per gioco di movimento si intende un gioco che coinvolge i movimenti del corpo, favorendo l'acquisizione e il consolidamento della motricità di base, l'efficienza fisica e la coordinazione motoria.

Il gioco si basa su un'intelligenza di tipo corporeo-cinestesica ("ovvero quel tipo di intelligenza che consente di usare i movimenti del proprio corpo in modi molto differenziati e abili, per fini sia espressivi, sia produttivi", C. Pesce et al., *Joy of Moving*, 2017), influenzando anche il dominio cognitivo, emozionale e sociale.

I giochi di movimento sviluppano principalmente quattro domini fondamentali ovvero l'efficienza fisica, la coordinazione motoria, le funzioni cognitive e la creatività e infine le abilità di vita. In questo capitolo, in particolare verrà approfondito maggiormente il dominio delle funzioni cognitive e della creatività nei giochi di movimento.

Gioco e funzioni esecutive

Come riportato da V.Biino³², per essere funzionale allo sviluppo cerebrale, l'attività fisica deve essere sfidante, creare emozioni, socialità ed avere effetti benefici a livello metabolico.

In particolare, l'attività motoria, se arricchita di sfide sia coordinative che cognitive comporta ad avere dei benefici positivi sulle funzioni esecutive. Valentina Biino

³² V.Biino, "L'attività fisica correlata alle funzioni esecutive: studi ed applicazioni in ambito scolastico", *RicercaAzione*, Vol. 12 n°1 (2020)

sottolinea come dalle tre funzioni esecutive derivino tre principi che definiscono tre grandi aree di giochi ad impegno cognitivo:

• **Giochi ad interferenza contestuale per stimolare l'inibizione alla risposta:** “I giochi che sollecitano l'inibizione della risposta risultano utili per i bambini più piccoli, poiché si incentrano sugli elementi costitutivi fondamentali delle funzioni esecutive” (C.Pesce, 2023). Due misure di inibizione della risposta utilizzate sono i compiti go/no-go e stop-signal, che richiedono la semplice inibizione di un movimento al comando di stop. I giochi che si basano su tale concetto sono i giochi ad interferenza “A-non B” e la difficoltà sta nell'inibizione di risposte non pertinenti. I giochi di stop-signal, invece, richiedono l'interruzione di un movimento, annullando l'azione in svolgimento.

• **Giochi di controllo per stimolare la memoria di lavoro mentale:**

essi permettono di esercitare la capacità di ricordare comandi o movimenti eseguiti e mettono in atto l'applicazione del concetto del “doppio se” che permette ai bambini di eseguire un passaggio mentale di causa-effetto che va dal concetto del “se” a quello di “allora”. Il gioco di memoria semplice richiede di memorizzare delle specifiche informazioni come la regola di un gioco per un certo periodo di tempo, mentre un gioco di memoria complessa prevede che i bambini aggiornino le soluzioni già utilizzate in precedenza, cambiando e trasformando le informazioni memorizzate precedentemente. Inoltre, i bambini possiedono abilità mnemoniche inferiori a quelle degli adulti e dunque il volume delle informazioni da ricordare deve essere adeguato alla loro capacità di memoria.

Giochi di scoperta per enfatizzare la flessibilità:

Essi si basano sul controllo inibitorio e sulla memoria di lavoro poiché per cambiare prospettiva occorre inibire una vecchia prospettiva e acquisirne una nuova “caricandola” nella memoria di lavoro. I giochi di cambiamento permettono di ridurre lo sviluppo dell'automaticità e di mantenere attivo l'impegno mentale, non elaborando sempre un'unica risposta ma trovando più soluzioni diverse.

E' importante sottolineare che le funzioni cognitive siano interconnesse tra loro e che esse traggono il massimo vantaggio quando i bambini sono mentalmente impegnati e coinvolti nei giochi spontanei o con regole, diversamente dai giochi che non richiedono un grande coinvolgimento mentale e che dunque comportano movimenti puramente meccanici (C.Pesce, 2023). Il ruolo dell'educatore è quello di stimolare in modo ottimale i propri bambini a livello cognitivo, dosando le difficoltà coordinative e cognitive dei giochi più adatti alle diverse età.

3.2. La multilateralità nell'età infantile e giovanile

Da una prospettiva educativa, nessuno è mai completamente pronto o maturo per smettere di imparare. Gli esseri umani, infatti, continuano a imparare per tutta la vita, soprattutto i bambini e gli adolescenti, che stanno ancora esplorando il mondo con un repertorio limitato di esperienze e comportamenti.

Dal punto di vista della metodologia didattica, la multilateralità svolge un ruolo molto importante poiché i bambini hanno brevi periodi di concentrazione su argomenti o attività specifiche, e il loro entusiasmo diminuisce rapidamente. Pertanto, è essenziale fornire insegnamenti o allenamenti che siano divertenti e ricchi di variazioni.

Inoltre, bisogna anche considerare che, dal punto di vista anatomico e fisiologico, i bambini e gli adolescenti in fase di crescita hanno bisogno di una varietà di stimoli per lo sviluppo armonioso dei diversi sistemi e apparati del loro corpo, come il sistema muscolare, scheletrico, cardiocircolatorio, metabolico, ormonale e nervoso.

Risulta quindi essenziale, soprattutto a livello giovanile, non specializzarsi unilateralmente, poiché in questo modo si limiterebbe il bagaglio motorio e lo sviluppo del sistema nervoso centrale de ragazzo.

3.2.1. Multilateralità e sviluppo del sistema nervoso centrale

Per ottenere una formazione completa del sistema nervoso centrale, è necessario fornire stimoli adeguati a entrambi gli emisferi cerebrali, poiché essi hanno funzioni diverse che devono essere sviluppate in modo equilibrato. Infatti, la formazione multilaterale è

associata all'incremento del numero di cellule cerebrali, mentre la specializzazione porta solo a un aumento locale e a una limitata differenziazione sinaptica.

Anche la diminuzione degli stimoli di apprendimento porta ad un'atrofia delle strutture cerebrali, poiché il numero dei neuroni e delle reti sinaptiche diminuisce; nello specifico si atrofizzano solo quei neuroni che con l'età non sono stati sollecitati così intensamente.

Come viene evidenziato da Weineck (*Allenamento ottimale*), durante l'invecchiamento (già in un'età tra i venticinque e i quaranta anni) nell'area 6 del cervello deputata al controllo della motricità di livello superiore si produce una riduzione significativa delle cellule, che arriva sino al 35%. Invece, i cambiamenti di volume dell'area 7 (elaborazione sensoriale) e 17 (elaborazione visiva) restano relativamente scarsi (generalmente sotto il 10%).

Questi diversi cambiamenti possono essere spiegati con il venir meno dell'attività motoria che provoca un indebolirsi dell'impulso e dunque un'alterazione precoce della corteccia motoria. Invece, le aree 7 e 17 rimangono quasi inalterate poiché gli organi di senso vengono utilizzati durante tutto l'arco della vita, indipendentemente dall'età.

Risulta così di fondamentale importanza, nello sviluppo del cervello infantile, un approccio multilaterale e non unilaterale.

3.2.2 Ruolo dell'insegnante/allenatore nello sviluppo dell'apprendimento motorio e cognitivo

Gli educatori svolgono un ruolo importante per quanto riguarda la promozione dello sviluppo cognitivo dei bambini. Infatti, essi devono scegliere dei giochi che siano adeguati per l'età e modificare gradualmente i giochi per renderli maggiormente complessi, raggiungendo e mantenendo il punto di sfida ottimale di ogni bambino. Le capacità individuali possono essere migliorate in età evolutiva agendo precocemente, all'interno del periodo sensibile di sviluppo del controllo cognitivo, per promuovere in modo lineare le abilità del bambino. E' importante ricordare che per mantenere vivo il coinvolgimento mentale è necessario tenere i bambini sulla curva di apprendimento e , dato che i bambini non sono tutti nello stesso livello di apprendimento, l'insegnante

deve considerare le esigenze fisiche e cognitive associate al gioco e comprendere il grado di maturazione fisica e cognitiva del bambino. Per ottenere i massimi benefici dalla loro attività didattica, gli insegnanti, pertanto, devono proporre quei giochi che bilancino sia la ripetizione, che la variabilità, secondo modalità atte a promuovere l'impegno cognitivo (C.Pesce, 2023).

Come riporta Pesca, infatti, “la ripetizione determina la stabilità ed una riduzione dello sforzo cognitivo, mentre il cambiamento induce alla flessibilità e ad un maggior coinvolgimento delle funzioni esecutive.” Nel momento in cui i bambini raggiungono una certa stabilità, gli insegnanti dovrebbero fornire delle esperienze di gioco che modifichino l'ambiente esterno, creando una destabilizzazione, permettendo al bambino di mantenere inalterato il punto di sfida ottimale a livello cognitivo. L'importanza della variabilità sta nel fatto che essa stimola le funzioni esecutive del bambino in modi assai diversi. Ancora come riporta Pesca, “la capacità del bambino di utilizzare le funzioni esecutive per pianificare la risoluzione di problemi dipende dalla capacità degli insegnanti di fornire delle precise direttive e di favorire la libera esplorazione, potendo anche alternare questi modelli che sono tra loro opposti nella gamma degli stili di insegnamento”. Risulta dunque complesso per gli insegnanti trovare e mantenere il giusto equilibrio tra il ripetere ed il variare degli stimoli delle attività didattiche proposte. Spesso i bambini manifestano dei comportamenti indicativi del cosiddetto *teachable moment*, ossia quei momenti in cui l'insegnante ha l'occasione di offrire agli alunni delle occasioni e delle opportunità non pianificate di apprendimento. Il *teachable moment* è spesso dipendente sia dalla predisposizione dello studente a imparare, sia dalla bravura dell'insegnante a trasmettere tale conoscenza.

Per ottenere dei benefici più trasversali, certi programmi prevedono l'allenamento di molteplici componenti del controllo cognitivo e una loro integrazione nel contesto di vita quotidiana.

Dunque, l'attività sviluppata solamente dal punto di vista motorio o cognitivo non permette di sviluppare delle funzioni esecutive in modo completo, ma una combinazione di attività motorie di qualità e di esercitazioni mentalmente coinvolgenti riesce invece a permettere uno sviluppo più completo di tali funzioni.

3.3. Disturbi nello sviluppo cognitivo e motorio

Durante l'infanzia, lo sviluppo biofisiologico e psicologico di alcuni bambini può differire dalla normale progressione evolutiva dei loro pari. Infatti, spesso si manifestano delle problematiche fisiche o psicologiche (malattie genetiche, impoverimento sociale o fattori ambientali negativi) che minano l'acquisizione di abilità.

Come sottolinea C.Pesce (2023), una disabilità dello sviluppo rappresenta un disturbo pervasivo che si manifesta durante il processo di maturazione e alcuni bambini possono mostrare delle disabilità globali che comprendono tutti gli aspetti dello sviluppo cognitivo, fisico ed emotivo. Quest'ultimo caso si manifesta prevalentemente in bambini con gravi disabilità dell'apprendimento; altri bambini, invece, possono presentare delle disabilità assai circoscritte che vengono diagnosticate post-parto o addirittura in tarda adolescenza come la Sindrome di Turner, la Distonia oppure i Disturbi dello Spettro Autistico (DSA) e che influenzano profondamente la crescita dell'organismo. Edward Zigler, uno dei massimi rappresentanti della ricerca nel campo dell'educazione, e suoi colleghi hanno analizzato analogie e diversità esistenti fra approcci teorici generali riguardanti lo studio delle differenze individuali, ovvero le teorie dello sviluppo e le teorie delle differenze.

Le teorie dello sviluppo, in particolare, sostengono che l'evoluzione e l'apprendimento dei bambini non affetti da specifici disturbi di origine genetica o malattie neurologiche e traumi ambientali, sono fondamentalmente analoghi a quelli dei coetanei non affetti da questi disturbi. Le differenze che possono emergere tra bambini riguardano la velocità alla quale possono apprendere una abilità (tasso di apprendimento) e il grado ultimo di competenza (livello di apprendimento). In particolare, i bambini con ritardo nello sviluppo necessitano di un allenamento e di una pratica supplementare per raggiungere lo stesso livello di performance dei bambini non affetti da tale disabilità. Le differenze dovute a disabilità dello sviluppo possono essere spiegate in termini di fattori cognitivi, ma la maggior parte di esse dipende da elementi di natura non intellettuale come la

motivazione, l'autoefficacia, la fiducia in sé stessi e l'applicazione di idonee tecniche di insegnamento.

Le teorie della differenza, invece, suggeriscono che i bambini con disturbi dello sviluppo presenterebbero specifici difetti nell'elaborazione delle informazioni e che ciò li porterebbe a prestazioni differenti rispetto ai bambini senza disabilità mentali. Tali differenze emergono quando questi bambini eseguono dei compiti cognitivi in cui l'influenza dei fattori motivazionali sulla performance è minima. Sempre C. Pesce (2023) riferisce come si siano compiuti dei tentativi di miglioramento delle componenti delle abilità di elaborazione delle informazioni attraverso appositi programmi di allenamento che hanno aumentato, in generale, l'efficienza di quelle abilità; si tratta però di programmi che tendono a non avere effetti duraturi.

Recenti studi indicano come lo sport sia di fondamentale importanza nei soggetti con disabilità intellettiva in quanto apporta alcune rilevanti modificazioni delle funzioni cognitive superiori, con un miglioramento della plasticità cerebrale.

E' da evidenziare come non tutte le attività sportive aiuterebbero a migliorare le funzioni cognitive, ma sono soprattutto gli sport di squadra o di difficoltà più complessa, che richiedono una costante interazione con l'ambiente e l'avversario (per esempio la scherma) ad avere un beneficio su tali funzioni.

L'evoluzione degli studi clinici ha catalogato le principali manifestazioni disfunzionali in età infantile in:

-Ritardo Mentale: ovvero una condizione clinica complessa caratterizzata dalla presenza di un deficit cognitivo con distorsione più o meno grave della personalità e delle capacità di adattamento del soggetto.

-ADHD (Sindrome da Deficit di Attenzione e Iperattività): ossia un disturbo caratterizzato da un elevato livello di disattenzione e di comportamenti secondari che denotano iperattività e impulsività a volte con tratti aggressivi. Tali disturbi attentivi rientrano nella categoria di sviluppo psichiatrico più comune che colpisce il 3-5% dei bambini in età scolare. Da alcuni studi, è emerso come l'attività motoria riduca i disturbi dell'attenzione nei bambini e tramite scale di misura come l'ALT-PE si possono fornire agli insegnanti dati quantitativi sui comportamenti attentivi e su come questi si

modifichino durante il gioco. In particolare, come evidenzia Marianna Liparoti³³, l'esercizio aerobico di tipo acuto sembra migliorare diverse funzioni cognitive nei bambini con ADHD, come la flessibilità cognitiva, la velocità di elaborazione delle informazioni e l'inibizione delle risposte, oltre ad un miglioramento delle prestazioni scolastiche di comprensione della lettura e aritmetica.

Un migliore funzionamento cognitivo nei bambini con ADHD è stato associato anche all'esecuzione di esercizi fisici di tipo cronico, con un miglioramento dell'attenzione, del funzionamento cognitivo, della memoria di lavoro e della velocità di elaborazione delle informazioni.

-Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA): il bambino presenta un QI nella norma, ma manifesta difficoltà in aree scolastiche come la lettura, la scrittura e il calcolo matematico. Infatti, essi producono disorganizzazione spazio-temporale, limitati o mancanti coordinamenti nelle aree senso-motorie o motorio-linguistiche. Tali disturbi manifestano disfunzioni esecutive inerenti al movimento tra lettere o numeri e la loro rotazione nel tempo e nello spazio, ovvero di natura neuromotoria.

-Autismo: ovvero una sindrome patologica del neurosviluppo che compromette le abilità sociali, ritarda lo sviluppo del linguaggio e determina la mancanza di reciprocità nell'interazione sociale con altri esseri umani.

La pratica sportiva sembra determinare un benessere psicofisico in tali soggetti riducendo le stereotipie per stanchezza muscolare o perché l'esercizio fisico produce sensazioni piacevoli interne fungendo da rinforzi automatici simili a quelli innescati dai movimenti stereotipati.³⁴

-Deficit pre e post natali sensomotori: come la cecità, la sordità, i danni fisici post traumatici o deficit visivi e uditivi.

³³ M.Liparoti, *Disturbo da Deficit di Attenzione e Iperattività: l'esercizio fisico come strategia educativa utile a migliorare il funzionamento cognitivo*, Formazione & Insegnamento XX – 1s – 2022, Pensa MultiMedia Editore, Lecce (LE)

³⁴ G.Liguori, *Il guadagno di Salute attraverso la promozione dell'Attività Fisica*, Gruppo di Lavoro scienze motorie per la salute, Società Editrice Universo, Roma, Ia Edizione 2014

-Disabilità Motoria e il Disturbo di Coordinazione Motoria (DCM): riguarda un gruppo di sintomi in cui vengono compromesse le abilità grosso-motorie e/o quelle fino-motorie. Alcuni bambini, invece, possono presentare anche difficoltà di coordinazione oculomanuale e di controllo della postura.

Ci sono tuttavia molti bambini (20% della popolazione mondiale circa) che manifestano problemi di salute mentale come disturbi dell'attaccamento, disturbi ipercinetici, disturbi della condotta o disturbi dell'umore come depressione, ansia o disturbi ossessivo compulsivi (DOC).

Sotto questo punto di vista, è stato dimostrato come l'attività motoria possa essere d'aiuto per i bambini affetti da problemi di salute mentale poiché essa è capace di ridurre i sintomi dell'ansia e della depressione. In alcuni casi infatti, i benefici dell'esercizio fisico negli adulti affetti da depressione hanno la stessa portata di quelli ottenuti con opportuni trattamenti farmacologici. Molto meno si sa invece sugli effetti dell'esercizio fisico e dell'attività motoria nei bambini con tutti gli altri problemi di salute mentale ma sicuramente un'attività fisica metodica può influire positivamente su numerosi problemi di salute mentale. C.Pesce (2023) riporta a tal proposito uno studio condotto da J. L. Annesi (2006)³⁵, dove un programma di allenamento di 12 settimane ha determinato una riduzione della depressione e un significativo miglioramento dell'umore in bambini di età compresa fra 9 e 12 anni; nei bambini attivi a livello motorio, inoltre, è stata rilevata una minore probabilità di manifestare sintomi depressivi. Infine, alcuni sintomi come l'ansia, si sono ridotti per effetto della pratica di attività motorie³⁶.

³⁵ J.L. Annesi, "Relations of physical self-concept and self-efficacy with frequency of voluntary physical activity in preadolescents: Implications for after-school care programming". *Journal of Psychosomatic Research*, (2006) p.515-520.

³⁶ W. B. Strong et al. "Evidence based physical activity for school-age youth" *Journal of Pediatrics* (2005) p. 732-737

3.4. Metodologie didattiche dell'attività motoria in Italia e in Europa per favorire l'apprendimento scolastico

Durante il periodo infantile, il bambino eleva i suoi livelli di competenza e sarà dunque fondamentale che la scuola gli consenta di mettere in gioco le sue potenzialità, sin dall'asilo nido, in quanto esso rappresenta il primo luogo lontano dall'ambiente familiare. M. Valentini et al.³⁷ sottolineano che la scuola deve porsi l'obiettivo di incentivare la costruzione e la qualità delle relazioni sociali promuovendo l'acquisizione di molteplici abilità (motorie, manuali, visuali, spaziali, temporali cognitive, intellettive), cercando di innalzare il livello di attività fisica.

La pandemia da Covid-19 e il conseguente aumento dell'utilizzo della tecnologia hanno favorito una riduzione dei livelli di attività fisica nei soggetti di tutte le età, in particolare nei bambini e negli adolescenti. L'overuse tecnologico ha conseguenze negative sia sul funzionamento cognitivo, che su quello motorio a causa di una ridotta attività motoria nell'età dello sviluppo che riduce l'attenzione, la capacità di linguaggio, di memoria e dell'emotività.³⁸

Diversi ricercatori hanno rivolto il proprio interesse verso aspetti didattici innovativi, permettendo di delineare un nuovo paradigma scientifico interdisciplinare che, seppur nato e sviluppato negli Stati Uniti da più di un decennio, sta acquisendo dignità e peso in Italia solo da pochi anni.

Tale metodo “permette di predisporre setting formativi consoni allo sviluppo delle potenzialità soggettive e adatti all'incremento di quella divergenza mentale dello

³⁷ M. Valentini et al., “Attività motoria come farmaco per lo sviluppo della personalità in età evolutiva: revisione della letteratura”, *Revista Latinoamericana De Educación Infantil*, 5(2), 137-157 , RELAdEI, 2016

³⁸ S. Ciccarelli et al., “Il ‘corpo didattico’: l'attività motoria per l'empowerment degli apprendimenti curricolari”, *Mizar. Costellazione di pensieri*, Rivista del Dipartimento di Studi Umanistici Unisalento, 2022

studente indispensabile alla costruzione di competenze trasversali creative e aperte”³⁹. Si tratta dell’*Embodied Cognitive Science (ECS)*, che vede la cognizione come un processo dipendente anche dalla dimensione della corporeità e dalla relazione del nostro corpo con l’ambiente fisico. In tale visione, il processo mentale non è l’unica risposta alla rappresentazione del mondo che ci circonda ma il corpo assume un ruolo centrale nella risoluzione di determinati compiti.

Pastena et al. evidenziano come i nostri sistemi educativi scolastici ed extrascolastici siano orientati soprattutto alla formazione di un’intelligenza umana basata prevalentemente sul sapere con una forte impronta teorica umanistica (storica, filosofica, letteraria) e scientifica che però non permette lo sviluppo di competenze cognitivo-intellettive e socio-relazionali, indispensabili all’uomo per vivere e rapportarsi serenamente con l’ambiente e per presentarsi con efficacia nel mondo del lavoro⁴⁰.

Santolo Ciccarelli et al. (“Il ‘corpo didattico’: l’attività motoria per l’empowerment degli apprendimenti curricolari”) sottolineano “l’importanza che il corpo può ricoprire nel potenziamento degli apprendimenti curricolari attraverso la realizzazione di protocolli didattici innovativi”. Gli autori propongono in tal senso un protocollo didattico-motorio, la DAF (Didattica Avanzata Funzionale), costruito a partire dalle *embodied theories* e dalla *gamification theory*, pensato per integrare armonicamente l’attività motoria nell’esperienza di apprendimento curricolare.

Lo scopo di tale protocollo è quello di incentivare la creazione di protocolli didattico-motori in una prospettiva educativa *embodied-centered* che verte ad un miglioramento della salute e del benessere degli studenti e di conseguenza anche ad una maggiore acquisizione dei saperi curricolari.

La realizzazione di protocolli didattico-motori così concepiti, permette di enfatizzare il corpo al centro della didattica, in una logica metodologica tipicamente montessoriana

³⁹ N. Pastena et al., “Disturbi Specifici di Apprendimento ed Embodied Cognitive Science”, *L’integrazione scolastica sociale*, Edizioni Erickson, Trento, Vol. 14, n. 3, settembre 2015

⁴⁰ F. Casolo, *Didattica delle attività motorie per l’età evolutiva*, Vita e Pensiero, MI, 2011

promuovendo azioni pratiche e motorie e favorendo lo sviluppo di pensiero e azioni intelligenti. La Didattica Funzionale Avanzata (DAF) si propone dunque di assistere alle tradizionali modalità di insegnamento curricolare attraverso esperienze di movimento per facilitare gli apprendimenti afferenti alle singole discipline di studio.

Il protocollo prevede nello specifico lo sviluppo di diverse attività ludico-motorie con uno o più individui e con diversi gradi di difficoltà, con la possibilità di guadagnare premi fisici (gadget didattici) o immateriali (leadership nelle attività di gruppo), e di raggiungere determinati obiettivi (motori e apprenditivi).

L'operatore dimostra l'esperienza motoria da realizzare con l'aiuto del docente curricolare; inoltre, il protocollo prevede anche delle attività secondarie con dei distruttori didattici che hanno lo scopo di mantenere alta l'attenzione della classe di lavoro durante la preparazione del lavoro didattico.

Tuttavia, come affermato da Santolo Ciccarelli et al., in Italia nello specifico scenario della scuola, non si è ancora giunti a riconoscere la valenza di questi contributi e ricerche che permettono di “identificare e implementare metodi e strategie didattiche basate su dati neurofisiologici, atti a ottimizzare i processi cognitivi e di apprendimento di tutti gli allievi”.

Tuttavia, i paesi europei adottano approcci diversi per lo sviluppo e la promozione dell'educazione fisica e dell'attività fisica. Tutti i paesi europei riconoscono l'importanza dell'educazione fisica a scuola e la materia fa parte di tutti i curricula centrali ed è obbligatoria nell'istruzione primaria e secondaria inferiore di tutta l'Europa⁴¹.

In particolare, paesi come la Germania, il Portogallo, il Regno Unito e i paesi nordici, si riscontra un approccio transculturale all'insegnamento della disciplina in ambito scolastico. Infatti, “all'educazione fisica sono assegnate, pertanto, sia finalità specifiche sia finalità connesse ad altre materie e ciò permette agli studenti di conoscere aspetti complementari dell'educazione fisica e delle scienze naturali e sociali e di esplorare interessanti legami pratici tra queste” (“Educazione fisica e sport a scuola in Europa”).

⁴¹ Commissione europea/EACEA/Eurydice, 2013. Educazione fisica e sport a scuola in Europa. Rapporto Eurydice. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea

Per esempio, nei paesi nordici gli allievi apprendono come usare carte e altri strumenti per orientarsi in ambienti naturali; nella Repubblica ceca, in Germania e Norvegia, invece, alcune ore di educazione fisica vengono impegnate per l'apprendimento di regole stradali per pedoni e ciclisti e in molti paesi vi è incluso anche il primo soccorso. Inoltre, la Grecia, la Repubblica ceca e la Polonia pongono l'attenzione sull'insegnamento degli ideali e dei simboli olimpici già durante l'età giovanile.

Anche Lettonia, Austria, Slovenia e Finlandia hanno adottato delle misure per incoraggiare tutti gli insegnanti a includere l'attività fisica in varie discipline scolastiche.

Capitolo 4: Discussione e conclusioni

Con questo elaborato si è potuto dimostrare, attraverso un'analisi della letteratura scientifica più recente, come l'attività motoria risulti essere uno strumento davvero importante nello sviluppo cognitivo del bambino e, di conseguenza, anche nel miglioramento dei suoi processi di apprendimento.

Il movimento, infatti, non solo comporta modificazioni cerebrali grazie alla caratteristica di plasticità cerebrale, che porta alla creazione di nuove reti sinaptiche, ma permette anche di sviluppare funzioni esecutive come la memoria di lavoro, l'inibizione di risposta e la flessibilità cognitiva.

Pare essere in particolare l'attività aerobica di tipo acuto o cronico ad avere maggiore influenza nello sviluppo cognitivo dei bambini e nello specifico, i giochi di movimento, se correttamente strutturati, sono fondamentali nell'acquisizione di abilità non solo motorie, ma anche cognitive e sociali.

Un altro aspetto emerso da questa trattazione, è l'importanza, seppur ancora con numerose limitazioni, dell'inserimento di programmi di attività motoria strutturati, all'interno delle ore dedicate all'apprendimento scolastico, creando un legame di apprendimento tra le ore di attività fisica e le altre ore curricolari, attraverso un lavoro interdisciplinare. Si è potuto verificare, a tal proposito che per la lettura e la scrittura, i processi sono legati strettamente al consolidamento delle abilità motorie; infatti, un elemento cruciale per il successo scolastico è l'integrazione visuo-motoria che implica la capacità di collegare informazioni visive con i movimenti del corpo, in particolare quelli legati alla scrittura. Inoltre, nello studio della matematica, l'organizzazione spazio-temporale risulta un prerequisito essenziale per acquisire di competenze matematiche.

Diversi Stati europei, tra cui l'Italia, si stanno muovendo verso tale direzione, anche se le limitate risorse economiche volte all'apprendimento, non permettono uno sviluppo più strutturato di queste metodologie didattiche.

Recenti studi indicano inoltre come lo sport sia di fondamentale importanza nei soggetti con disabilità intellettiva poiché esso apporta alcune rilevanti modificazioni delle funzioni cognitive superiori, con un miglioramento della plasticità cerebrale.

Ulteriori linee di studio potranno essere rivolte ad un numero più ampio di capacità cognitive, per poter verificare se esista una relazione tra una specifica attività motoria e una specifica capacità cognitiva, riducendo la necessità di intervento per via farmacologica.

Un altro aspetto interessante da approfondire, dovrebbe essere rivolto allo studio delle variabili di genere e di età nella differenziazione di proposte motorie che vadano ad influenzare positivamente i processi di apprendimento dei bambini. “Si aprono ampi spazi di approfondimento con l’introduzione, ad esempio, di un’analisi condotta su un differente test cognitivo validato sempre in relazione al consumo di VO2MAX”.⁴²

Inoltre, un ulteriore campo di ricerca potrebbe riguardare gli studenti della fascia universitaria, con l’obiettivo di evidenziare i possibili benefici dell’inserimento di programmi strutturati di attività motoria anche a livello universitario.

Nel prossimo futuro, il ruolo dei docenti di educazione motoria, dovrebbe essere quello di ampliare i confini delle lezioni destinate all’insegnamento delle abilità motorie e sportive, per sviluppare dei programmi didattici interdisciplinari, che vadano a migliorare non solo lo sviluppo fisico, ma anche quello cognitivo e sociale.

⁴² A.M. Mariani et al. “Il contributo dell’attività fisica su cognizione e apprendimento”, *Formazione & Insegnamento*, 2019

Bibliografia

Annesi, J.L.. (2006). Relations of physical self-concept and self-efficacy with frequency of voluntary physical activity in preadolescents: Implications for after-school care programming. *Journal of Psychosomatic Research*. 515-520.

Berchicci, M. (2015). Allenare il cervello. *Neuroscienze e attività motoria*. Università degli Studi di Roma "Foro Italico".

Biino, V., (2020). L'attività fisica correlata alle funzioni esecutive: studi ed applicazioni in ambito scolastico. *Ricercazione*. Vol. 12 n°1

Carlson, N. R. *Physiology of behavior*. (2013), trad. it. *Fisiologia del Comportamento* (2014), Buonarrivo, L. PICCIN, Padova

Casolo, F. (2011). *Didattica delle attività motorie per l'età evolutiva*. Vita e Pensiero, Milano.

Ciccarelli, S., Scuotto, C., & Aruta, L. (2022). Il 'corpo didattico': l'attività motoria per l'empowerment degli apprendimenti curricolari. *Mizar. Costellazione di pensieri*, Rivista del Dipartimento di Studi Umanistici Unisalento.

Commissione europea/EACEA/Eurydice, (2013). Educazione fisica e sport a scuola in Europa. Rapporto Eurydice. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea

D'Anna, C. (2016). Le abilità grosso-motorie per un'intelligenza potenziale, analisi comparativa tra ginnaste ed alunne della scuola primaria. *Educazione fisica e sport nella scuola- EFSS*, n.256-259, 31-37

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, vol. 64, 137-141

Esteban-Cornejo, I., Tejero-Gonzalez, C.M., Sallis, J.F., & Veiga, O.L. (2015). Physical activity and cognition in adolescents: A systematic review, *Journal of Science and Medicine in Sport* 18, 534-539

Federici, A., & Toscani, G., A. (2018). Effetti motori e cognitivi dati dall'attività motoria potenziata nella scuola primaria. *Formazione&Insegnamento*.

Galdi, M., D'Anna, C., Pastena N., & Paloma, F. G. (2015) Gross-motor skills for potential intelligence descriptive study in a kindergarten *Science Direct*. 174, 3797-3804

Garon, N., Bryson, S.E. & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework, *Psychological Bulletin*. 31-60

Ianes, D., (2020). I meccanismi cognitivi e attentivi che guidano gli apprendimenti e la motricità complessa, una visione neuro scientifica. *Convegno di Neuroscienze e sport*. Erickson, Trento.

Imbasciati, A., (2005). *Psicoanalisi e cognitivismo*. Armando Editore, Roma.

Leonardi, G., (2021). L'attesa nella neuropsicologia: uno sguardo ai processi cognitivi sottostanti nell'era delle nuove tecnologie. *Di Nulla Academia*, vol.2 n.1

Liguori, G. (2014). Il guadagno di Salute attraverso la promozione dell'Attività Fisica. Gruppo di Lavoro scienze motorie per la salute, Società Editrice Universo, Roma, Ia Edizione.

Liparoti, M. (2022). Disturbo da Deficit di Attenzione e Iperattività: l'esercizio fisico come strategia educativa utile a migliorare il funzionamento cognitivo. *Formazione & Insegnamento*. Pensa MultiMedia Editore, Lecce (LE)

Mariani, A.M., Picci, L., & Melchiori, F. M. (2019). Il contributo dell'attività fisica su cognizione e apprendimento, *Formazione & Insegnamento*.

Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M. J, Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T.D., The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100.

Pastena, N., D’Anna, C., Paloma, F.G., & Damiani, P. (2015). Disturbi Specifici di Apprendimento ed Embodied Cognitive Science. *L’integrazione scolastica sociale*. Edizioni Erickson, Trento, Vol. 14, n. 3, settembre.

Pesce, C., Marchetti, R., Motta, A., & Bellucci, M. (2017). *Joy of Moving*. Calzetti Mariucci, Ferriera (PG). 44-45.

Sherwood, L. (2012). *Fondamenti di Fisiologia Umana*. Piccin-Nuova Libreria, Padova, 135-136

Strong, W. B. , Malina, R.M., Blimkie, C.J., Daniels, S.R., Dishman, R.K., Gutin, B., Hergenroeder, A.C., Must, A., Nixon, P.A., Pivarnik, J.M., Rowland, T., Trost, S., & Trudeau, F. (2005) Evidence based physical activity for school-age youth. *Journal of Pediatrics*. 732-737

Tomporowski, P.D., McCullick, B.A. & Pesce, C. (2023). *Migliorare le capacità cognitive dei bambini con i giochi di movimento*. Calzetti Mariucci, Ferriera (PG), 13-14.

Tortella, P., (2014). Attività motoria e processi cognitivi nella scuola dell’infanzia: cosa rilevano gli insegnanti, *Research Gate*.

Tortorella, G., Gagliano, A., & Germanò, E. (2005). *Neuropsichiatria Infantile*. UOC di Neuropsichiatria Infantile-Università di Messina

Tortella, P., Tessaro, F., & Fumagalli G. (2024). Attività motoria e processi cognitivi nella scuola dell’infanzia: cosa rilevano gli insegnanti. *ResearchGate*. Vol 5

Weineck, J. (2007). *L’allenamento ottimale*. Calzetti Mariucci, Ferriera (PG)

Valentini, M., (2016). Attività motoria e rendimento scolastico. *Pedagogia più didattica*. Vol.2, n°2.

Valentini, M., Cinti, F., & Troiano, G. (2018). Crescita e apprendimento attraverso il corpo in movimento, *Formazione & Insegnamento* XVI-1

Valentini, M., Palmieri, M. & Lucertini, F. (2016). Attività motoria come farmaco per lo sviluppo della personalità in età evolutiva: revisione della letteratura. *Revista Latinoamericana De Educación Infantil*, RELAdEI, 5(2), 137-157.

Ringraziamenti

A chiusura di questi tre anni Universitari, volevo ringraziare tutte le persone che sono state parte fondamentale del mio percorso di studi.

Grazie mamma e papà, per esserci sempre stati in ogni mia scelta di vita. Grazie per essere le uniche persone che sanno davvero quanto questi tre anni siano stati pieni di dubbi e di incertezze ma alla fine, ricchi di cambiamenti positivi e soddisfacenti. E questo è gran parte merito vostro.

Grazie Andrea, per essere il fratello più buono e disponibile che si possa desiderare, anche se non te l'ho mai detto abbastanza.

Grazie nonna Ermelinda, per essere da sempre il mio più grande esempio di vita. Sei la donna che vorrei diventare da grande. E grazie nonno Onorato, che se anche in questo giorno non ci sei potuto essere, so che sei sempre là, sulla mia spalla destra.

Grazie nonna Ines e nonno Flaminio, perché anche se spesso ci sono poco, siete sempre pronti a tifare per me. Un ringraziamento speciale alle zie Roberta, Stefania e Marilena, agli zii e a tutti i miei cugini perché so che su di voi posso sempre contare.

Grazie coach Davide, per essere l'esatta persona che avevo bisogno di incontrare due anni fa. Grazie per avermi fatto ritrovare la passione per lo sport e per avermi cambiato come persona.

Grazie amici dell'Academy perché ognuno di voi è stato ed è tuttora un esempio per me.

Grazie Dessia, Ludo e Mf per la fortuna che ho avuto ad avervi come coinquiline, grazie per tutto quello che abbiamo condiviso nonostante i nostri stili di vita siano un po' differenti; rimarrete una parte molto importante dei miei anni universitari.

Infine ci tengo a ringraziare tutti i miei amici e tutte le persone che ho incontrato e che ognuna, a suo modo, mi ha permesso di essere la persona che sono oggi. Ad maiora.