



**Laura Bortoli**  
**Claudio Robazza**

CAPITOLO QUARTO

## **L'apprendimento delle abilità motorie**

I presupposti cognitivi  
dell'apprendimento

I modelli di realizzazione dell'azione

Le fasi dell'apprendimento motorio:  
gli aspetti comportamentali

Gli aspetti applicativi nell'approccio  
cognitivista

Gli aspetti applicativi nell'approccio  
dinamico

**PAROLE CHIAVE**

**apprendimento  
fasi dell'apprendimento  
processi cognitivi  
teoria dei sistemi dinamici  
teoria dello schema**

Uno dei compiti fondamentali di un allenatore, soprattutto con gli atleti più giovani, è insegnare i gesti tecnici del proprio sport. Tutte le tecniche sportive rappresentano delle abilità motorie (*skill*), cioè dei gesti complessi che vengono appresi e automatizzati attraverso l'esperienza. Le abilità consentono di raggiungere un certo scopo in tempi ottimali, con massima possibilità di riuscita e minimo dispendio di energia mentale e fisica. Ogni atleta, di qualsiasi livello, è consapevole che gran parte del successo sportivo dipende dal livello di abilità possedute.

L'acquisizione ed il perfezionamento di abilità tecniche vanno considerati all'interno del processo di allenamento e di sviluppo globale dell'atleta, considerando sia le capacità innate che le abilità apprese. Ovviamente, sport diversi richiedono abilità diverse: alcuni una motricità fine (come il tiro a segno), altri una coordinazione più globale dei movimenti (ad es., il ciclismo).

Per gli allenatori è importante comprendere come gli atleti apprendano e come vi siano differenze individuali nella predisposizione all'apprendimento e nei tempi di acquisizione. Dal punto di vista applicativo, il compito dell'allenatore è duplice e complesso; deve infatti considerare due aspetti: come organizzare le sedute di allenamento per ottimizzare globalmente lo sviluppo dell'atleta e, nello stesso tempo, applicare le modalità più efficaci per insegnare e perfezionare la tecnica. Per facilitare l'acquisizione di abilità tecniche, è necessario che l'allenatore conosca i processi sottostanti l'apprendimento motorio, le fasi dell'apprendimento e le indicazioni didattico-metodologiche che derivano da tali conoscenze.

## I presupposti cognitivi dell'apprendimento

L'**apprendimento motorio** viene definito come un insieme di processi associati con l'esercizio o l'esperienza che determinano un cambiamento relativamente permanente nella prestazione o nelle potenzialità di comportamento (Schmidt, Lee, 2014). Poiché avviene all'interno della persona, allo stato attuale delle conoscenze non può essere osservato direttamente (anche se la ricerca in tale direzione sta evidenziando risultati importanti), ma viene inferito in base a cambiamenti nel comportamento manifesto, ovvero nella prestazione osservabile. Le abilità ed i movimenti si fanno precisi, sicuri e fluidi; il soggetto diviene gradualmente capace di conseguire obiettivi prestabiliti in maniera stabile, rapida e produttiva, con il minimo costo energetico o attentivo. La distinzione fra **prestazione** (comportamento osservabile in un dato momento, ancora temporaneo e influenzabile da fattori come fatica o motivazione) e **apprendimento** (cambiamento stabile nei processi sottostanti l'abilità) è molto importante, poiché questi due termini non sono sempre coincidenti; ad esempio, alcune modalità di organizzazione della pratica (nelle esercitazioni tecniche) possono determinare buone prestazioni a breve termine, ma che in realtà non si concretizzano in acquisizioni durature.

L'apprendimento si misura usualmente attraverso **test di ritenzione**, ovvero prove eseguite a distanza di tempo, o **test di transfer**, prove realizzate su abilità simili. Per un atleta, la prova migliore di apprendimento tecnico è rappresentata dalla capacità di applicare efficacemente la tecnica anche nelle situazioni stressanti di gara.

Le caratteristiche della prestazione che indicano apprendimento sono:

- a) **miglioramento.** Dopo un certo tempo l'abilità è eseguita in modo più corretto rispetto ad una fase iniziale, ossia si avvicina maggiormente al gesto richiesto;
- b) **costanza.** Man mano che procedono le esercitazioni, l'esecuzione si fa più costante, con prestazioni simili. Un termine collegato a tale concetto è stabilità. Quando un nuovo comportamento è acquisito non viene facilmente modificato da piccole variazioni di caratteristiche personali (ad es., fatica) o condizioni ambientali;
- c) **persistenza.** La migliorata capacità di prestazione si mantiene per periodi di tempo sempre più lunghi e diviene relativamente permanente;
- d) **adattabilità.** L'abilità viene svolta con successo sempre maggiore anche quando si modifica la situazione.

A differenza della prestazione momentanea, dunque, i cambiamenti che l'apprendimento determina sono alquanto stabili ed irreversibili.

Nella ricerca su controllo e apprendimento motorio viene oggi data molta importanza ai processi cognitivi, a partire dai processi di percezione e trattamento delle informazioni necessarie per l'azione. Un esempio riportato da Vickers (2011), a tale proposito, riguarda la rapidità di reazione: se si chiede ad una persona di premere un tasto più velocemente possibile all'accensione di una luce, il tempo medio di reazione è di circa 180-200 millisecondi (ms); con la pratica, però, questo tempo si può ridurre anche a 120 ms. È dimostrato come questo miglioramento non sia dovuto ad un movimento più veloce del dito, ma ad una maggiore efficienza di trattamento dell'informazione nel sistema nervoso prima che sia attivato il comando di muovere il dito;

quello che diminuisce è il tempo necessario per elaborare l'informazione prima del movimento, mentre il tempo di esecuzione del movimento rimane costante. Risultati simili si sono ottenuti anche per azioni più complesse come i gesti sportivi. Lo sviluppo di tecnologie sempre più avanzate, soprattutto nell'ambito delle neuroscienze, ha reso possibile studiare in modo molto più approfondito e dettagliato i diversi fenomeni che permettono ad un atleta di leggere e comprendere una situazione.

Attualmente sono due gli approcci teorici principali che vengono utilizzati per spiegare il controllo e l'apprendimento motorio, e si differenziano per il modo diverso con cui considerano la percezione e affrontano la relazione tra percezione e azione (cfr. Edwards, 2011). Il primo, quello finora più conosciuto e diffuso, è un **approccio cognitivista** che prevede meccanismi centralizzati di elaborazione delle informazioni; postula l'esistenza di programmi motori che guidano l'azione, con grande importanza assegnata alla memoria nell'attribuzione di significato ad alcuni stimoli. Il secondo è un **approccio dinamico**, che considera invece la percezione come un meccanismo diretto attraverso il quale l'individuo, senza dover ricorrere alla memoria, cerca o identifica immediatamente nell'ambiente le informazioni già presenti e funzionali all'azione; viene anche definito **approccio ecologico**, in quanto considera la complessa interazione fra individuo, compito e ambiente. Questi due diversi approcci verranno in seguito descritti in modo dettagliato, evidenziandone anche le rispettive ricadute applicative; alcuni aspetti verranno comunque sinteticamente presentati con riferimento alla percezione e ai processi cognitivi.

Alla base della **percezione** vi sono le informazioni derivanti dagli organi sensoriali. Nell'ambito della psicofisiologia si distingue, a volte, tra sensazione e percezione: la sensazione fa riferimento al trattamento in tempi brevissimi (meno di 100 ms) di informazioni provenienti da organi sensoriali in grado di suscitare una risposta; la percezione viene in genere definita come il processo di elaborazione che opera la sintesi dei dati sensoriali in forme dotate di significato. Informazioni esteroceettive (provenienti, quindi, dall'esterno dell'organismo) importanti per il movimento sono raccolte per mezzo della vista, dell'udito e del tatto; informazioni propriocettive o cinestesiche (interne all'organismo) sono raccolte attraverso l'apparato vestibolare e recettori situati nei muscoli, nei tendini e nelle articolazioni.

La **vista** (attraverso recettori di distanza o telerecettori) convoglia più dell'80% delle informazioni esterne. Ad essa viene attribuito un ruolo molto importante, sia per la comprensione della situazione esterna, sia per il controllo e la coordinazione dei movimenti, poiché fornisce all'atleta informazioni relative alle relazioni spazio-temporali fra sé e ambiente (velocità e direzione dei movimenti propri, di altre persone e degli attrezzi), alle modifiche situazionali, alla propria azione. La sua importanza è evidente negli sport di situazione, in cui l'atleta deve costantemente controllare, in modo più o meno consapevole, gli spostamenti e le azioni dell'avversario; tali informazioni costituiscono la base di previsioni anticipatorie per avviare azioni e scelte tattiche appropriate. La vista svolge un ruolo



significativo anche in discipline che richiedono l'esecuzione di abilità chiuse, come avviene nel controllo di un punto di mira in un lancio o in una battuta. Inoltre, è molto importante per il mantenimento e/o il ripristino dell'equilibrio: "l'aggancio visivo" è un meccanismo di stabilizzazione necessario, ad esempio, durante le rapide rotazioni del corpo di una ballerina o di una ginnasta. Nell'approccio dinamico, in particolare, viene attribuita molta rilevanza alle informazioni visive.

Dall'**udito** derivano informazioni relative ai rumori provocati dal movimento e che ad esso si accompagnano: il rimbalzo della pallina da tennis, l'entrata del remo in acqua, lo sfregamento degli sci sulla neve, il contatto con la palla, ecc. Un atleta esperto, in certi sport, è in grado di discriminare la correttezza del gesto tecnico dal rumore che deriva dall'azione. Ma oltre che per recepire i rumori, l'udito è necessario all'individuo per ricevere i messaggi verbali e mettersi così in comunicazione con altre persone (i compagni, l'allenatore, ecc.). Inoltre, in alcune attività di tipo tecnico-compositivo (come ad es. la danza) la struttura ritmica del movimento è strettamente connessa con l'accompagnamento musicale che ne condiziona aspetti tecnici ed estetici.

La **percezione tattile** si basa su informazioni dai recettori situati sulla superficie della cute e specializzati per rilevare il senso tattile, la pressione e la temperatura. Gioca un ruolo rilevante nel controllo del movimento fine e nella gradazione degli impulsi di forza necessari, ad esempio, per il controllo della palla, per lanci e riprese di attrezzi, per la sincronia di movimento nel pattinaggio in coppia, per il controllo dell'avversario nel judo.

Fondamentali per il movimento sono le informazioni che derivano dalla **propriocezione**, con stimolazioni provenienti dalla muscolatura, dai tendini e dalle articolazioni del corpo attraverso l'intervento di recettori specifici, quali i fusi neuromuscolari e gli organi tendinei del Golgi; si ricavano informazioni sulle tensioni muscolari e sulle loro variazioni anche minime, sugli angoli articolari e, quindi, sul rapporto spaziale dei segmenti corporei fra loro. Attraverso le informazioni propriocettive è possibile la modulazione di contrazioni e decontrazioni che caratterizzano il movimento fluido. L'importanza della propriocezione è evidente se si pensa al fatto che qualsiasi atto motorio di per sé è fonte di una grande quantità di informazioni somatiche. Nel processo di apprendimento la propriocezione assume un ruolo via via maggiore, consentendo un controllo automatizzato del movimento sempre più preciso, rapido ed efficace. Questo vale tanto nelle abilità chiuse, come accade nella tenuta di una verticale, quanto nelle abilità aperte, come avviene nel controllo del contatto con l'avversario nella pallamano o nella pallacanestro.

L'**apparato vestibolare**, situato nell'orecchio interno, fornisce segnali collegati ai movimenti nello spazio, dato che le sue strutture sono sensibili alle accelerazioni e decelerazioni del capo, ai movimenti angolari e all'orientamento della testa in rapporto alla forza di gravità. La sua interazione con i recettori della muscolatura del collo, in particolare, ha un ruolo nella valutazione della posizione del capo in rapporto agli altri settori corporei e all'ambiente. Esso offre un importante contributo ai fini dell'equilibrio; ciò è evidente considerando il ruolo pilota del capo nel guidare i movimenti del resto del corpo, come nell'acro-

batica e nei tuffi, reso possibile dall'integrazione delle stimolazioni vestibolari con quelle cinestesiche del collo.

Le diverse strutture percettive, ognuna con il proprio specifico contributo nella raccolta di informazioni interne ed esterne all'organismo, consentono di preparare l'azione e, una volta che questa è avviata, di controllarne l'esecuzione e di verificarne l'esito finale. Solo l'interazione, l'integrazione e la sintesi delle diverse afferenze sensoriali permettono al soggetto di acquisire il senso del movimento. Il peso specifico di ciascuna sarà determinato, oltre che da caratteristiche individuali, dalle esigenze di ogni singola attività e dal livello di apprendimento. Stimoli propriocettivi, relativi ad accelerazione, ampiezza, direzione, forza, posizione e velocità del movimento, sono ovviamente di maggiore importanza nelle abilità che dipendono, per un corretto svolgimento, soprattutto da informazioni sui movimenti del corpo nello spazio, come avviene nel salto giro al trampolino. Se invece sono più importanti referenze esterne, come in un servizio del tennis, le informazioni visive sono di rilevanza maggiore. Nelle fasi iniziali dell'apprendimento sono in genere dominanti le informazioni visive, mentre la sensibilità propriocettiva è maggiore negli stadi più avanzati di acquisizione e perfezionamento del gesto. L'interazione dei diversi sistemi permette, inoltre, di affinare la percezione del tempo, non essendovi nell'organismo nessun recettore specializzato per questo compito. La stima delle durate temporali è facilitata dall'esperienza e dalla conseguente formazione di una rappresentazione mentale di riferimento.

Strettamente collegati all'ambito percettivo, vengono considerati altri processi cognitivi (Vickers, 2011):

- **l'attenzione.** In termini molto generali viene definita come la direzione delle risorse mentali cosce verso specifici stimoli sensoriali (Edwards, 2011). Dal punto di vista applicativo, ne vengono considerate soprattutto due caratteristiche: la selettività e la durata nel tempo. L'attenzione ha di per sé capacità limitata: non si possono considerare molti stimoli nello stesso momento, anche se si può spostare velocemente l'attenzione da uno stimolo ad un altro. È per questo importante la capacità di selezionare le informazioni da trattare (con processi di durata diversa, da 120 a 200 ms a seconda della modalità sensoriale), escludendo altre informazioni (attenzione selettiva). L'attenzione selettiva può essere incidentale (qualcosa che attrae inaspettatamente l'interesse), oppure intenzionale. Quest'ultimo aspetto è determinante nello sport; uno dei compiti dell'allenatore è proprio quello di aiutare l'atleta ad individuare gli elementi essenziali del gesto tecnico o dell'ambiente esterno su cui dirigere intenzionalmente l'attenzione. La capacità di mantenere l'attenzione nel tempo su stimoli significativi viene definita concentrazione (anche se alcuni studiosi utilizzano i termini di attenzione e concentrazione come sinonimi). Un aspetto importante approfondito recentemente, con riferimento sia ad abilità chiuse che aperte, riguarda il *focus* attentivo, ovvero la direzione dell'attenzione. Il *focus* attentivo può essere diretto verso una fonte interna (ad es., monitoraggio dei propri movimenti) o su uno stimolo esterno (ad es., bersaglio, pallone, o altri elementi dell'ambiente). Un'ampia mole di ricerca (Wulf, 2013) ha evidenziato che un *focus* esterno tende a determinare, in generale, una prestazione migliore

rispetto ad un *focus* interno. Il *focus* esterno risulta significativo soprattutto nei momenti prelativi (in competizione) e in particolar modo per gli atleti esperti che hanno automatizzato bene le tecniche esecutive; a volte, però, può essere necessario utilizzare anche un *focus* interno. Ovviamente, nelle fasi di apprendimento, correzione di errori o perfezionamento tecnico risulta fondamentale anche un *focus* interno;

- **l'anticipazione.** È la capacità di dirigere l'attenzione verso la zona di comparsa di uno stimolo prima della sua apparizione, preparando così al meglio l'organismo per l'azione; questo può avvenire sulla base di informazioni parziali o di riconoscimento di *pattern*, e risultano determinanti soprattutto le informazioni visive. L'anticipazione percettiva è fondamentale per agire efficacemente in situazioni che richiedono una presa di decisione rapida. Può riguardare lo spazio (dove potrebbe avvenire l'azione), il tempo (quando accadrà qualcosa) e l'evento stesso (che cosa potrebbe succedere); a tale scopo, un ruolo importante è svolto dall'attenzione selettiva. Accanto all'anticipazione percettiva, McMorris (2004) descrive anche l'anticipazione di movimenti necessaria per intercettare (colpire, afferrare o calciare) un oggetto in movimento; come avviene ad esempio nel tennis in risposta ad un rovescio, nel baseball per il recupero della palla da parte di un difensore, nel calcio per intercettare un passaggio. In questo tipo di anticipazione è presente un aspetto percettivo (valutazione della velocità e della traiettoria dell'oggetto), ma anche un'anticipazione esecutiva assai accurata per decidere a quale velocità muoversi e in quale direzione, quale azione compiere e quanta forza applicare in un'azione di risposta (in parte vi è già un aspetto di presa di decisione). Nei processi anticipatori la ricerca ha evidenziato, accanto a caratteristiche individuali, notevoli differenze fra esperti e principianti: gli esperti usano differenti modalità di ricerca di stimoli utili e focalizzano l'attenzione più a lungo sulle aree significative. Le teorie che fanno riferimento ad un controllo centralizzato attribuiscono tali differenze alle maggiori capacità degli esperti di recuperare informazioni immagazzinate nella memoria a lungo termine (approccio cognitivista); le teorie che considerano il collegamento diretto percezione-azione, senza passare per la memoria, ritengono che tutte le informazioni siano già disponibili nell'ambiente, comprese quelle necessarie per un automatismo di risposta; ad esempio, postulano che le variazioni registrate nella retina delle dimensioni di un oggetto che si muove siano sufficienti per individuare il punto di contatto per intercettarlo ed agire di conseguenza (approccio dinamico). Entrambi gli approcci riconoscono le differenze fra esperti e non esperti, e ritengono che l'esperienza maturata nell'ambiente specifico sia necessaria per lo sviluppo delle capacità di anticipazione;
- **il riconoscimento di *pattern*.** È un meccanismo che presenta un duplice aspetto: la capacità di riconoscere un segnale anche da uno stimolo parziale (ad es., la direzione di un lancio, prima ancora che sia effettuato, dalla posizione del braccio), ma anche la capacità di cogliere il significato di una configurazione di oggetti fermi o in movimento (a fini tattici, la posizione di alcuni com-

pagni e avversari in uno sport di squadra). Entrambi questi processi richiedono di riconoscere alcuni elementi di regolarità in ciò che si sta percependo e sono determinanti quando va presa una decisione in tempi molto rapidi; l'esperienza incide in modo significativo. Come per l'anticipazione, i due approcci teorici differiscono nell'interpretazione di questo processo per la diversa considerazione dell'intervento della memoria.

Le afferenze sensoriali provenienti dall'esterno e dall'interno dell'organismo possono essere ritenute ed in seguito utilizzate grazie ai sistemi di memoria. La **memoria** è un insieme di processi dinamici che comprendono la registrazione, l'immagazzinamento (apprendimento e ritenzione) ed il recupero delle informazioni; essa permette all'organismo di conservare l'esperienza passata, aspetto fondamentale per l'evoluzione e la sopravvivenza.

Vengono distinti tre sistemi di memoria:

- a) il magazzino sensoriale, o **memoria immediata**. Attraverso gli organi di senso riceve dall'ambiente esterno ed interno un'elevata quantità di stimoli. Queste numerose informazioni sono elaborate e mantenute per pochi istanti e subiscono un processo di selezione: l'attenzione consente solo ad alcune informazioni, quelle ritenute più rilevanti o pertinenti, di continuare nei livelli di elaborazione successiva, mentre molte sono perdute;
- b) la **memoria a breve termine**, o memoria di lavoro. Può essere assimilata ad uno spazio di lavoro in cui sono effettuate elaborazioni controllate delle informazioni rilevanti; ha una capacità

limitata, in quanto può contenere solo poche unità di informazione o loro raggruppamenti (span di memoria:  $7 \pm 2$  unità). Le informazioni, già codificate e categorizzate dai meccanismi mentali di riconoscimento e di interpretazione, possono rimanere fino a circa un minuto se ripetute consapevolmente; se l'attenzione è invece rivolta altrove, le informazioni sono perse rapidamente. La memoria di lavoro è un ambiente interattivo per l'integrazione delle informazioni in entrata con le informazioni recuperate dal magazzino a lungo termine. Il confronto fra gli stimoli in arrivo e le esperienze passate è fondamentale per la soluzione dei problemi, i processi decisionali, il trasferimento delle informazioni nel deposito a lungo termine e il recupero da quest'ultimo di informazioni utili;

- c) la **memoria a lungo termine**. Contiene un'enorme quantità di esperienze ben apprese: è un deposito relativamente permanente di informazioni con una capacità virtualmente illimitata. Per le abilità motorie, la permanenza delle informazioni è particolarmente evidente per attività cicliche, coinvolgenti ampi settori muscolari e prolungate nel tempo. Anche dopo periodi molto lunghi senza pratica (anni o addirittura decenni) non si dimentica come si fa a nuotare, andare in bicicletta o sciare: dopo un breve periodo di esercizio, si è sempre in grado di svolgere tali attività con un livello di efficienza relativamente alto. Naturalmente, le abilità saranno tanto più ritenute quanto maggiore è l'ammontare di pratica iniziale; se il compito è invece appreso solo in parte sarà anche più velocemente dimenticato.

I tre sistemi di immagazzinamento rappresentano un continuum, in cui ogni settore costituisce una fase nel processo di memorizzazione.

Come è già stato detto, approccio cognitivista e approccio dinamico si differenziano in maniera marcata rispetto al ruolo della memoria: l'approccio cognitivista le attribuisce un ruolo indispensabile, mentre l'approccio dinamico enfatizza, soprattutto per quanto riguarda il controllo motorio, il collegamento diretto percezione-azione anche senza passaggio attraverso la memoria.

Altri processi cognitivi che si stanno studiando in maniera sempre più approfondita nello sport riguardano la capacità di risolvere problemi tecnico-tattici attraverso la **presa di decisione**, sia in situazioni già sperimentate che nuove. Prendere una decisione significa attuare un processo di scelta fra più alternative possibili per realizzare una certa azione; in termini discorsivi, significa saper fare la cosa giusta al momento giusto. Questa definizione considera già anche l'aspetto esecutivo: oltre alla capacità di operare la scelta più valida, è necessario avere una buona tecnica per l'esecuzione corretta della componente motoria del compito.

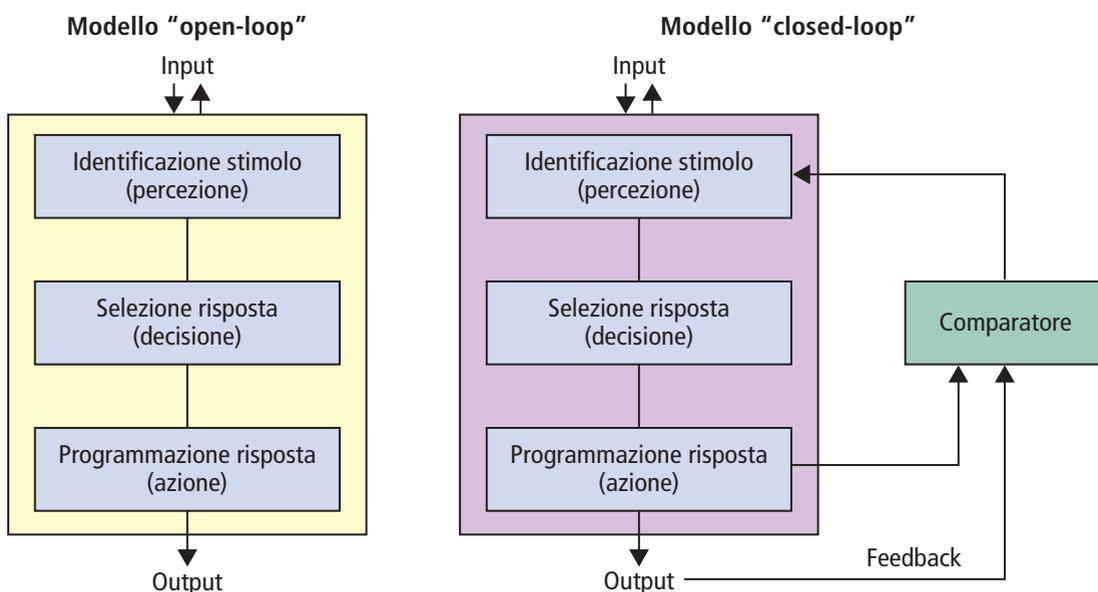
Secondo l'approccio cognitivista, la presa di decisione segue la percezione e precede l'azione. Ciò significa "leggere" la situazione, richiamare dalla memoria le esperienze passate e le diverse soluzioni possibili; implica, inoltre, confrontare le differenti possibilità e dar loro un ordine di adeguatezza o di priorità rispetto alla situazione, mettendo poi in

atto l'azione scelta. Perché questo processo sia efficace, è necessario che la percezione sia precisa, poiché informazioni scorrette determinano una scelta sbagliata; va anche considerato che quasi mai due circostanze che si presentano sono identiche. In realtà, nei giochi sportivi, e negli sport di situazione in genere, sono a volte gli allenatori che, se possono, suggeriscono (o meglio gridano!) indicazioni tattiche. La presa di decisione, secondo quest'ottica, è un processo che richiede tempo: all'aumentare del numero di opzioni aumenta anche il tempo per la decisione (fino ad un certo punto); questo, però, non riesce a spiegare completamente come nello sport spesso vengano prese ed attuate decisioni in tempi rapidissimi.

L'approccio dinamico tende invece a non usare l'espressione "presa di decisione", poiché considera tale aspetto all'interno della relazione percezione-azione che consente ad un individuo di raggiungere il proprio obiettivo. Il comportamento viene visto come derivante dall'interazione tra compito, soggetto e ambiente senza passare attraverso memoria e controllo centrale. Inoltre, poiché gli atleti differiscono per caratteristiche morfologiche (si pensi all'importanza dell'altezza in alcune discipline), per capacità motorie (ad es., nella rapidità di azione) e per caratteristiche percettive, in un'identica situazione è possibile che due persone facciano due scelte completamente diverse. Come si vede, anche in questo caso i due approcci teorici si differenziano sia nelle modalità di analisi dei processi cognitivi, sia, come si vedrà più avanti, riguardo alle modalità per il loro sviluppo.

## I modelli di realizzazione dell'azione

Come già emerso da diverse osservazioni presentate precedentemente, sono due gli approcci teorici che attualmente vengono utilizzati per spiegare controllo e apprendimento (cfr. Edwards, 2011). Il primo, quello utilizzato da più tempo, si sviluppa all'interno di una prospettiva cognitivista che valorizza il ruolo del sistema nervoso centrale, paragonando il cervello ad un computer che riceve informazioni, le elabora e genera una risposta. Fa riferimento ad un sistema di controllo chiuso (*closed loop*) o aperto (*open loop*), dove tutto viene spiegato all'interno del sistema stesso (figura 1).



**Figura 1**  
L'approccio cognitivista: modelli semplificati di elaborazione delle informazioni

Questo approccio si è sviluppato a partire dagli anni '40 del secolo scorso, e da allora ha influenzato, e continua tutt'ora ad influenzare, le teorie cognitive del controllo e dell'apprendimento motorio. In generale, considera tre stadi successivi e distinti di processi cognitivi sottostanti la realizzazione di abilità motorie: percezione, presa di decisione (scelta della risposta motoria) e programmazione della risposta.

La teoria più conosciuta all'interno di questo approccio è la **teoria dello schema** (o dei programmi motori generalizzati) di Schimdt, proposta nel 1975, da cui sono derivate importanti, e ancora molto attuali, ricadute applicative (cfr. Schimdt, Lee, 2014).

Il secondo approccio è più recente (si è sviluppato maggiormente a partire dagli anni '80, anche se le radici risalgono a molti anni prima) e la teoria più rappresentativa è conosciuta come **teoria dei sistemi dinamici**. L'apprendimento è visto non come conseguenza di un controllo centralizzato, ma come derivato direttamente dall'interazione dei diversi sistemi e apparati corporei con l'ambiente circostante. L'aspetto più significativo è appunto il collegamento diretto percezione-azione, che non prevede processi cognitivi centrali di elaborazione e l'utilizzo della memoria.

Queste due teorie sembrano in contrapposizione fra loro, in quanto una si fonda sulla funzionalità dell'organismo, mentre l'altra pone l'accento sull'interazione con l'ambiente, ma entrambe sono ritenute scientificamente valide in attesa di una nuova prospettiva unificatrice. Le contraddizioni teoriche possono essere superate se si considera che la motricità umana è talmente complessa, che aspetti diversi di questa sua complessità possono venire spiegati da

approcci diversi: il corpo umano comprende più di 600 muscoli e più di 200 ossa articolate fra loro, che formano un sistema intricato di leve e pulegge in grado di realizzare un infinito numero di azioni; comprendere come milioni di cellule nervose e muscolari possano coordinarsi per rendere possibili azioni significative ed estremamente precise è il problema di fondo che ha stimolato, e stimola, l'elaborazione di teorie sul controllo e sull'apprendimento motorio.

Edwards ritiene che ciascuna delle due teorie considerate abbia i suoi punti di forza e di debolezza, e che insieme possano fornire prospettive che nessuna delle due è in grado di fornire da sola; inoltre, come si vedrà più avanti, accanto alle differenze, pur con giustificazioni teoriche diverse, dal punto di vista applicativo emergono alcune indicazioni simili. In ogni caso, i due approcci insieme offrono il potenziale per una futura teoria unificante, che può derivare anche dai rapidi progressi delle tecnologie di ricerca. Dal punto di vista applicativo, si vuole qui mettere in evidenza la possibilità per un allenatore di affrontare l'insegnamento di abilità motorie con un bagaglio maggiore di competenze didattiche, scegliendo di volta in volta le strategie più efficaci a seconda del compito, dell'allievo e del contesto.

Nell'ottica cognitivista, la **teoria dello schema** di Schmidt (cfr. Schmidt, Wrisberg, 2000; Schimdt, Lee, 2014) postula che, dopo l'identificazione delle informazioni provenienti dagli organi di senso, negli stadi successivi di elaborazione avvengano, con il contributo della memoria, processi decisionali di selezione del programma motorio e programmazione della risposta. Nella tappa di **selezione della risposta** è scelto il programma motorio adatto alla

risoluzione del compito. Il **programma motorio**, contenuto in memoria a lungo termine, può essere considerato come la rappresentazione mentale di un'azione che guida l'esecuzione anche senza la presenza di *feedback* (ossia di informazioni di ritorno dal movimento stesso). Mentre prima dell'avvento della teoria dello schema si ipotizzava la presenza di uno specifico programma motorio per ciascuna azione, questo approccio ha introdotto in maniera peculiare il concetto di **programma motorio generalizzato**, riferito cioè non ad una singola azione, ma ad una classe di azioni simili. In questo modo venivano risolti due problemi:

- a) quello dell'enorme quantità di informazioni che sarebbe stato necessario immagazzinare, considerando la quantità di movimenti possibili;
- b) la possibilità di spiegare la realizzazione di nuove variazioni di movimenti mai effettuate precedentemente.

Proprio per spiegare le variazioni di azioni simili, Schmidt introduce il concetto di **schema** (da cui deriva il nome della teoria) per definire un insieme generico di regole da applicare ad un programma generalizzato per adattarlo ad una specifica situazione. Le caratteristiche che definiscono l'appartenenza di gesti ad una stessa classe di azioni sono:

- a) l'ordine degli elementi, cioè la sequenza delle contrazioni muscolari implicata in un gesto;
- b) la struttura temporale (*timing*), ovvero la proporzione di tempo per i singoli segmenti di movimento (struttura ritmica del gesto), che rimane costante anche se il tempo totale di movimento cambia;

- c) la forza relativa, cioè la proporzione costante fra le forze espresse dai vari muscoli che partecipano all'azione, indipendentemente dal grado di forza complessiva.

Il programma generalizzato sottostante ad una classe di azioni può essere poi adattato a molteplici circostanze attraverso la specificazione di parametri esecutivi precisi, quali la forza, la durata complessiva, l'ampiezza, la direzione, la muscolatura coinvolta. Per spiegare tali concetti, Schmidt usa l'esempio di un disco in vinile contenente un brano musicale. Le caratteristiche invarianti sono rappresentate dalla successione degli strumenti (ad es., il pianoforte che suona prima del violino), dalla struttura ritmica del brano musicale (ad es., 4/4), dall'intensità del suono dei singoli strumenti (forza relativa, ad es., piano o forte). Il disco può però essere ascoltato in diversi modi, poiché altre caratteristiche possono essere modificate come parametri: la durata complessiva può variare a seconda della velocità della piastra (33 o 78 giri; velocità assoluta dell'azione), il volume può essere più o meno alto (forza del movimento), diversi amplificatori possono essere selezionati (arti coinvolti nell'azione). La struttura del brano non viene comunque modificata.

Attraverso l'apprendimento, il programma motorio viene perfezionato e consolidato sulla base dell'identificazione delle differenze che il soggetto riscontra tra fine desiderato e risultato conseguito. Il programma generalizzato della corsa, ad esempio, può essere modificato secondo il terreno o i cambiamenti di velocità; nei giochi di squadra, similmente, un passaggio (programma generalizzato) va adattato in base alla velocità ed alla posizione del compagno. Attraverso l'esperienza,

per tanto, l'allievo acquisisce non solo i programmi di azione ma anche una serie di regole, o schemi, che gli consentono di adattare una specifica risposta a ciascuna circostanza. Tale apprendimento avviene attraverso la memorizzazione dei parametri del movimento (forza, durata, ampiezza, direzione, ecc.), così come delle condizioni che precedono l'azione, dei risultati conseguiti e delle conseguenze sensoriali della risposta. Queste informazioni consentono al soggetto di stabilire, nel corso dell'apprendimento, riferimenti di correttezza e regole gradualmente più raffinate di individuazione e correzione dell'errore. In questa teoria riveste un ruolo fondamentale anche il *feedback*, ossia le informazioni sensoriali di ritorno che derivano dall'azione che si sta eseguendo o che è stata eseguita; tali informazioni sono indispensabili per riconoscere un errore e per correggerlo. Schmidt individua, infatti, due tipi di schema: lo schema di richiamo, che viene utilizzato per richiamare dalla memoria i parametri (specificazioni di risposta) da applicare al programma motorio generalizzato, ma anche lo schema di riconoscimento, riferimento di correttezza individuale che, attraverso il confronto delle sensazioni attese con quelle reali (conseguenze sensoriali), consente l'identificazione di eventuali errori. Nei gesti di durata temporale sufficientemente lunga (oltre 120 msec) è possibile apportare, entro certi limiti, correzioni o aggiustamenti all'azione in corso; ad esempio, dopo uno squilibrio nel superamento di un ostacolo, è possibile recuperare rapidamente il corretto assetto corporeo. Nei gesti rapidi (meno di 120 msec), invece, l'identificazione dell'errore al termine dell'esecuzione è utile per una corretta riprogrammazione dell'esecuzione successiva, non essendo possibili correzioni durante

l'azione. In assenza di un meccanismo di riconoscimento basato sul *feedback* intrinseco, non sarebbe possibile riconoscere errori esecutivi.

La ricaduta applicativa più significativa della teoria dello schema riguarda la rilevante importanza che assume la **variabilità** nell'apprendimento motorio. Infatti, maggiori sono le variazioni dei parametri applicati ad un programma motorio generalizzato, più forte diventa lo schema d'azione sottostante. In questo modo, anche l'errore, quando effettuato a livello di parametri e non delle caratteristiche invariante, può non rappresentare effettivamente un errore, ma diventare elemento di variabilità che rinforza l'azione. Gli aspetti applicativi importanti nell'utilizzo della variabilità verranno presentati nel capitolo 6 relativo alla didattica.

Tra le caratteristiche invariante che definiscono una classe di azioni, viene messa in risalto soprattutto la struttura temporale (*timing*) dei programmi motori generalizzati che costituiscono le tecniche sportive (ovvero le abilità motorie). In alcuni gesti tecnici il ritmo esecutivo intrinseco all'azione viene facilmente riconosciuto (il terzo tempo nella pallacanestro, gli ultimi passi prima dello stacco nei salti dell'atletica, il ritmo di corsa fra gli ostacoli), ma ogni gesto ha in realtà un suo ritmo esecutivo ottimale, una sua struttura temporale derivante dal gioco di contrazione-decontrazione dei muscoli agonisti ed antagonisti coinvolti nell'azione.

A partire dagli anni '80, un diverso approccio teorico ha cominciato a fornire nuovi elementi di comprensione su come le abilità motorie vengano controllate e apprese. Attualmente, il ruolo della **teoria dei**

**sistemi dinamici** (considerata in parte alternativa, in parte complementare alla teoria dello schema) è influente quanto l'approccio cognitivista, e si cominciano ad evidenziare le ricadute applicative che ne derivano (cfr. Edwards, 2011).

I progenitori di questo approccio vengono considerati il fisiologo russo Bernstein (1896-1966) e lo psicologo americano Gibson (1904-1979), che negli anni '60 misero in evidenza, da due punti di vista diversi, uno fisiologico e l'altro psicologico, quello che ritenevano un punto debole dell'approccio cognitivista. Entrambi, infatti, erano convinti che l'attività umana non potesse essere spiegata solo da un sistema di controllo centrale. Attribivano un ruolo determinante anche alle caratteristiche ambientali ed alla conseguente interazione individuo-ambiente. Secondo questo approccio, sono le condizioni dell'ambiente che offrono opportunità di azione, che determinano che cosa una persona possa fare in un certo momento e in una data situazione; due situazioni possono essere simili, ma mai del tutto identiche. In una partita di calcio, per un giocatore che sta conducendo la palla, la conoscenza dell'obiettivo (mantenere il possesso della palla), la posizione di alcuni avversari e di un compagno smarcato creano automaticamente il contesto per una certa azione; in questo caso, la percezione visiva della situazione attiverebbe il comportamento necessario per un'azione utile. Ovviamente la decisione può essere presa a livello del sistema nervoso centrale, ma solo perché tutti gli elementi necessari sono presenti nell'ambiente, e quindi senza dover utilizzare in maniera intensiva processi di memoria. La percezione, automatica o attraverso la ricerca deliberata di elementi ambientali utili, è dunque alla base di ogni azione.

Bernstein e Gibson giunsero a considerazioni simili portando avanti in modo indipendente i propri studi; infatti, la situazione politica di quel periodo (la "guerra fredda" fra Unione Sovietica e paesi occidentali) rallentava notevolmente anche la diffusione di informazioni scientifiche. Bernstein, in particolare, si occupò proprio della motricità umana, e per primo identificò i due problemi principali presenti nell'approccio cognitivista.



Il primo problema individuato riguarda la **variabilità condizionata dal contesto**. L'approccio cognitivista considera il meccanismo di controllo centrale come l'unico responsabile dell'esecuzione di un movimento: ogni azione, in questo caso, dipende dai comandi specifici contenuti nel programma motorio. In questo modo, però, non si tiene conto della possibile variabilità del contesto derivante da fattori esterni all'organismo (forza di gravità, inerzia, caratteristiche del terreno, forze centripete o centrifughe, ecc.); ad esempio, nel kayak un programma motorio che controlla i muscoli in modo indipendente dal contesto sarebbe insensibile alle continue rapidissime variazioni dei flussi e della velocità dell'acqua (fattori ambientali), che richiedono altrettanto rapidissimi adattamenti nell'equilibrio e nel controllo del mezzo. Il problema si presenta in tutte le situazioni sportive che si basano su azioni che devono essere variate in tempi molto rapidi, non sufficienti affinché il *feedback* sensoriale possa far pervenire a livello del sistema nervoso centrale le informazioni necessarie per riaggiustare il programma. Il concetto di programma motorio è dunque, in quest'ottica, insufficiente per spiegare molte situazioni sportive.

Il secondo problema riguarda i **gradi di libertà**. Considerata la complessità della motricità umana, che si fonda sull'organizzazione di diverse strutture anatomiche (muscoli, articolazioni, fibre nervose, unità motorie), per eseguire un'abilità è necessario che vi sia controllo e coordinamento efficace di tutte le strutture coinvolte; in effetti, se si prova a stare in equilibrio su di un piede, è probabile che in modo automatico le braccia ed il busto si muovano per produrre aggiustamenti che contribui-

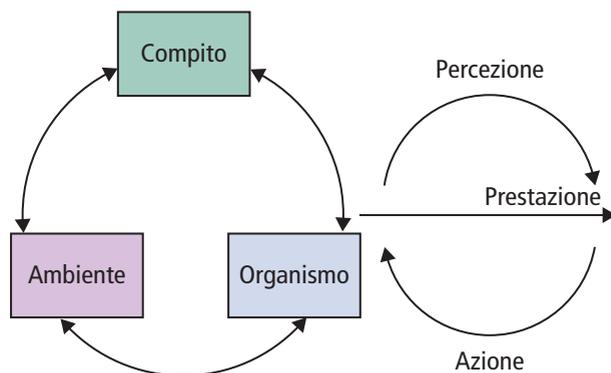
scono all'equilibrio. I gradi di libertà si riferiscono appunto al numero di muscoli, articolazioni ed altre strutture anatomiche che devono essere controllate per realizzare una certa azione. Va anche considerato che una stessa azione (ad es., lanciare una palla) può essere eseguita in diversi modi a seconda della situazione, ed ogni piccola variazione modifica l'organizzazione delle strutture coinvolte. I gradi di libertà possono essere analizzati a diversi livelli, dalle strutture più evidenti, a quelle microscopiche; per ogni livello di analisi è possibile specificare i relativi gradi di libertà nell'esecuzione di un movimento. Ad esempio, se si fa riferimento ai muscoli del braccio implicati in un lancio, si individuano un minimo di 26 gradi di libertà: 10 muscoli sono coinvolti nell'articolazione della spalla, più di 10 nell'articolazione del gomito, e 6 controllano i diversi movimenti del polso; tutti devono essere coordinati per eseguire un'azione precisa. Se poi l'analisi si sposta alle singole unità motorie coinvolte nell'azione (i collegamenti fra fibre nervose e fibre muscolari), il numero dei gradi di libertà cresce in maniera esponenziale. Maggiori sono le strutture anatomiche ed il numero di gradi di libertà che devono essere controllati, maggiore è la complessità che il sistema motorio deve affrontare. Secondo Bernstein, il sistema nervoso centrale non è grado di controllare da solo un sistema così vasto ed articolato, e nessun programma motorio, anche se generalizzato, può guidare un'organizzazione di tale complessità. Il concetto di gradi di libertà rimane anche oggi centrale nella teoria dei sistemi dinamici.

Mentre l'approccio cognitivista ritiene che la percezione preceda l'azione, in due momenti distinti e susseguenti, la teoria dei sistemi dinamici considera nel suo

insieme il legame percezione-azione. Infatti, per cogliere efficacemente gli stimoli ambientali, la persona deve agire sull'ambiente per cercare, anche muovendosi, la maggior quantità di stimoli sensoriali significativi; quando una persona comincia ad agire, percezione e azione controllano i suoi movimenti. Quando si corre, si muovono arti inferiori e superiori, ma contemporaneamente si guarda dove si sta andando e, a livello propriocettivo, si è consapevoli dei propri movimenti. Nell'approccio cognitivista questo viene spiegato con l'utilizzo del *feedback* che, nei movimenti di durata sufficiente, controlla il movimento anche durante l'esecuzione. Ma nella teoria dei sistemi dinamici si postula che le connessioni fra vie nervose afferenti (sensoriali) ed efferenti (motorie) avvengano non a livello del sistema nervoso centrale, ma a livello periferico, nel midollo spinale (cfr. McMorris, 2004).

Al sistema nervoso centrale viene attribuita soprattutto la funzione di decidere l'obiettivo di un'azione, ad esempio, calciare una palla; sarebbe poi l'interazione percezione-azione a determinare esattamente come questo comando generale debba essere messo in atto (il modo in cui va calciata, se con interno o esterno del piede, da che distanza, con che forza). Mentre la teoria dello schema postula che l'azione degli arti inferiori, e la loro coordinazione, siano controllate dal sistema nervoso centrale, la teoria dei sistemi dinamici ritiene che questi aspetti siano controllati dal sistema nervoso periferico, senza la necessità di dettagliati programmi elaborati a livello centrale o l'utilizzo di informazioni depositate in memoria; l'organismo viene quindi visto come capace di auto-organizzarsi verso forme stabili di coordinazione. L'interazione percezione-azione è specifica

per ogni situazione, e dipende da cosa si deve fare per raggiungere l'obiettivo. L'azione viene quindi considerata come risultato delle costrizioni emergenti e si auto-organizza nell'interazione fra richieste del compito (obiettivo), individuo (caratteristiche personali) e ambiente (contesto e leggi fisiche, come inerzia, gravità, ecc.) (figura 2).



**Figura 2**  
L'approccio dinamico: l'interazione compito-ambiente-organismo ed il collegamento percezione-azione

Al centro della teoria dei sistemi dinamici c'era soprattutto il tentativo di spiegare in modo più specifico i meccanismi sottostanti il controllo motorio; accettando però il fatto evidente che l'esperienza influenza la prestazione, l'attenzione è stata posta successivamente anche ai processi di apprendimento. Quale elemento fondamentale per l'apprendimento viene considerata la capacità di essere ricettivi nei confronti degli stimoli ambientali, pronti a percepire le opportunità presenti nella situazione; questo significa anche imparare a cercare nel contesto gli elementi significativi. Dal punto di vista applicativo, significa valorizzare l'apprendimento per prove ed

errori: l'allenatore non specifica nei dettagli le richieste motorie, ma dà all'atleta l'obiettivo, crea le situazioni stimolo appropriate e consente di scoprire in modo autonomo l'azione più adeguata. Poiché questa modalità didattica richiede molto tempo, l'atleta può essere guidato a ricercare e ad identificare gli stimoli più importanti nell'ambiente.

Ovviamente anche a questa teoria vengono contestati dei punti deboli. La critica maggiore è il fatto che essa rifiuti di considerare il ruolo della memoria, che contraddice anche l'esperienza comune; infatti, le persone attraverso l'allenamento migliorano le proprie abilità. Se l'esecuzione di un compito fosse dovuta solo a forme di auto-organizzazione, una persona sarebbe capace di eseguire correttamente un gesto complesso anche la prima volta che viene sperimentato. L'altro aspetto critico riguarda la spiegazione insufficiente dei processi sottostanti la presa di decisione. La teoria suggerisce che le persone, attraverso l'esperienza, riconoscano meglio gli stimoli significativi presenti nell'ambiente, ma non spiega il modo in cui esse decidano quali stimoli siano maggiormente utili. Nello sport, talvolta capita anche che atleti esperti operino scelte errate (come, ad es.,

non passare il pallone ad un compagno di squadra completamente smarcato!).

Per concludere, McMorris (2004) ritiene che né l'approccio cognitivista, né quello dei sistemi dinamici siano in grado di spiegare completamente la prestazione esperita; si può accettare esclusivamente, in modo acritico e sulla base delle proprie convinzioni, o l'una o l'altra delle teorie, ma si può anche fare riferimento ad una teoria "ibrida", che prenda il meglio delle due scuole di pensiero. L'approccio cognitivista probabilmente spiega meglio la presa di decisione, mentre quello ecologico sembra spiegare meglio il controllo dei movimenti. Le differenze maggiori rimangono riguardo alla percezione ed al collegamento diretto percezione-azione, ma l'evoluzione rapida delle tecnologie di ricerca aggiungerà sicuramente nel tempo nuove conoscenze.

Le persone interessate, per mestiere o per passione, all'ambito dell'apprendimento/insegnamento di abilità motorie dovrebbero conservare sempre la curiosità ed il desiderio di approfondire le proprie conoscenze, per mantenere alta la qualità del proprio lavoro sul campo.

## Le fasi dell'apprendimento motorio: gli aspetti comportamentali

Entrambe le teorie presentate precedentemente individuano la presenza di tre tappe successive nel passaggio da un'esecuzione iniziale ad una prestazione esperta. Pur partendo da presupposti molto diversi, entrambe riconoscono nei tre stadi le stesse caratteristiche comportamentali. Ciò che differenzia i due approcci è il modo in cui interpretano le fasi di sviluppo, e soprattutto le indicazioni di tipo didattico che ne conseguono; come è stato già sottolineato, entrambe le teorie hanno però punti di forza che possono risultare complementari ed utili a livello didattico.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche comportamentali dei tre stadi di apprendimento. La classificazione viene presentata utilizzando la terminologia più consolidata in letteratura e sempre attuale, integrando la visione anglosassone (con l'accento sui processi cognitivi) con quella diffusa negli anni '70 nei paesi dell'est (più conosciuta in Italia, con l'accento sulla motricità). In entrambi i contesti, il riferimento teorico era comunque quello cognitivista:

- 1) stadio verbale-cognitivo o di sviluppo della coordinazione grezza;
- 2) stadio motorio o di sviluppo della coordinazione fine;
- 3) stadio autonomo o di sviluppo della disponibilità variabile.

Successivamente verranno presentate le considerazioni didattiche, differenziando fra approccio cognitivista e approccio dinamico. Qualunque sia il modo in cui vengono definiti gli stadi, alcuni concetti restano comuni: i momenti di passaggio da uno all'altro non sempre sono riconoscibili in modo preciso, e la loro durata varia in relazione alle caratteristiche del soggetto ed alla complessità del compito; nel percorso di apprendimento sono possibili stasi ed anche regressi.

### **Stadio verbale-cognitivo o di sviluppo della coordinazione grezza**

Nella prima fase di apprendimento il principiante si trova a dover affrontare una serie di difficoltà imposte da un compito nuovo, soprattutto se complesso; il problema fondamentale è comprendere quali siano gli scopi dell'azione e che cosa fare.

Sono presenti errori frequenti, anche molto grossolani, che variano in modo ampio sia nella tipologia che nell'ampiezza; durante l'esecuzione, ancora incostante, compaiono spesso movimenti scorretti, poiché gli allievi sperimentano diverse strategie nel tentativo di eseguire l'azione che vogliono apprendere. Si rendono conto di non riuscire, ma non sanno come correggersi; il compito è compreso a grandi linee ed è svolto solo in condizioni molto favorevoli. I movimenti sono spesso rigidi e poco economici, il tempo di risposta è lento, l'esecuzione resta sempre uguale anche quando vi sono cambiamenti ambientali, la meccanica del gesto è molto imprecisa e le sensazioni derivanti dal movimento sono confuse. Per far fronte alle difficoltà, spesso i principianti utilizzano delle verbalizzazioni interne (si parlano) come una sorta di guida per svolgere l'azione, quasi per spiegare a se stessi cosa fare. Queste verbalizzazioni subvocali riguardano il controllo dell'azione, le procedure da utilizzare, le modalità di realizzazione ed i criteri di riuscita. A volte, le difficoltà possono portare a frustrazione, diminuzione dell'interesse e della motivazione. L'acquisizione degli elementi base dell'azione, comunque, è di solito piuttosto rapida, con miglioramenti superiori rispetto agli altri stadi di apprendimento. Il passaggio allo stadio successivo può anche richiedere poco tempo se l'apprendimento riguarda abilità relativamente

semplici, soprattutto negli adulti e in chi ha già esperienza in abilità simili. La situazione è invece diversa per i giovani, che possono richiedere anche tempi lunghi se affrontano abilità complesse con un bagaglio di capacità ed abilità motorie limitato. In genere, comunque, con una pratica efficace tutti possono raggiungere lo stadio successivo.

### **Stadio associativo o di sviluppo della coordinazione fine**

Nel secondo stadio di apprendimento il compito è compreso più a fondo, l'azione è perfezionata e diventa più precisa, regolare e fluida, grazie anche ad un migliore intervento funzionale dell'analizzatore cinestetico. I costi energetici sono ridotti e la guida subvocale assume minore importanza. Diminuisce la frequenza degli errori, che sono anche meno gravi; l'esecuzione diviene corrispondente al modello tecnico ricercato e le sensazioni derivanti dal movimento sono più precise. I movimenti sono più rapidi ed alcune parti dell'azione vengono eseguite in modo automatico; i parametri del movimento cominciano ad adattarsi alle richieste ambientali. In condizioni favorevoli il compito è svolto facilmente, mentre in situazioni difficili o impreviste emergono ancora imperfezioni ed errori tipici dello stadio precedente, con tensione dei muscoli antagonisti. I cambiamenti di questo stadio sono più lenti e gradualmente della fase precedente, poiché è già una fase di perfezionamento tecnico. Il tempo di permanenza in questo stadio è molto variabile, e anche in questo caso in funzione della complessità del compito, delle caratteristiche individuali e della qualità dell'insegnamento. Alcuni atleti possono raggiungere lo stadio associativo abbastanza veloce-

mente, ma non essere in grado di passare allo stadio successivo; passare allo stadio autonomo, soprattutto per abilità complesse, richiede a volte non solo forte motivazione e buona qualità di insegnamento, ma anche caratteristiche individuali sport-specifiche.

### **Stadio autonomo di sviluppo della disponibilità variabile**

Il terzo stadio è raggiunto dopo una grande quantità di pratica, e potenzialmente non è mai concluso. L'azione è accuratamente controllata, tutte le componenti dell'abilità sono ben integrate, il compito è svolto con sicurezza e minimo dispendio energetico; l'esecuzione è rapida, coordinata ed efficace anche in situazioni difficili,

variate ed imprevedute. Il gesto tecnico viene sempre effettuato in maniera appropriata e con pochi errori, le capacità di riconoscimento e correzione rapida degli errori sono elevate e le sensazioni derivanti dal movimento sono molto accurate. Vi è la capacità di spostare l'attenzione su stimoli esterni, continuando ad eseguire correttamente l'azione tecnica. In questo stadio, tipico della prestazione sportiva di alto livello, i miglioramenti sono lenti e di minore entità rispetto alle fasi precedenti, ma comunque possibili. Non tutti gli atleti sono in grado di raggiungere questo stadio; come è stato detto, oltre che una notevole quantità di pratica, lavoro tecnico di alta qualità e forte motivazione per sostenere elevati carichi di lavoro, sono necessari prerequisiti motori e cognitivi specifici.

## Gli aspetti applicativi nell'approccio cognitivista

L'apprendimento viene spiegato con l'incremento di informazioni immagazzinate nella memoria a lungo termine, in particolare con lo sviluppo di efficaci programmi motori, attraverso un controllo attribuito soprattutto al sistema nervoso centrale. In ogni stadio, il soggetto che sta apprendendo si trova di fronte a problemi specifici, ed il ruolo della memoria e dei processi cognitivi sono considerati determinanti per risolverli. La terminologia utilizzata per definire le diverse fasi è quella più conosciuta e qui utilizzata precedentemente.

Nello **stadio cognitivo (o di coordinazione grezza)** il problema che deve affrontare il principiante è quello di costruirsi un'idea di base dell'abilità che sta apprendendo, sia in termini di obiettivi che di mezzi per raggiungerli. Anche quando l'obiettivo è chiaro, in genere manca la conoscenza dei movimenti esatti da eseguire: nel baseball, ad esempio, se l'allievo sta imparando a battere, sa che l'obiettivo è colpire la palla che gli arriverà, ma non sa come controllare i movimenti per farlo. Deve quindi capire quali siano i movimenti corretti e come le informazioni che provengono dal suo corpo e dall'ambiente possano aiutarlo. A tale scopo acquistano molta importanza le informazioni che vengono fornite dall'allenatore: istruzioni verbali, dimostrazioni, assistenza, *feedback* verbali. Tali informazioni aiutano l'atleta a formare una prima rappresentazione mentale del gesto, che servirà come guida per l'esecuzione (programma motorio). Inizialmente l'azione viene controllata passo dopo passo in modo da poterla gestire meglio, attraverso verbalizzazioni subvocali con cui l'atleta stesso si dà le informazioni necessarie. Questa strategia spontanea è utile nella prima fase per il

conseguimento di una prima approssimazione del gesto: favorisce, infatti, l'organizzazione di un piano d'azione e aiuta la memorizzazione delle percezioni relative al movimento e all'ambiente.

A livello pratico è importante far evolvere gradualmente le acquisizioni, possibilmente iniziando da ciò che il soggetto sa già fare, introducendo progressivamente difficoltà crescenti e facendo notare similitudini fra abilità possedute ed abilità da acquisire. La rappresentazione mentale dell'azione può essere facilitata dall'osservazione di un altro atleta che esegue l'abilità, da immagini o filmati. Per fornire istruzioni efficaci l'allenatore dovrebbe:

- usare sia istruzioni verbali che dimostrazioni per far comprendere l'obiettivo dell'abilità e le corrette modalità esecutive;
- aiutare l'atleta ad identificare e distinguere fra fonti di informazioni ambientali appropriate ed irrilevanti;
- evidenziare all'atleta come le conoscenze e le abilità acquisite precedentemente possano essere trasferite a nuove situazioni di apprendimento;
- fornire *feedback* verbali frequenti sugli errori principali;
- aiutare l'atleta a mantenere un sufficiente livello di motivazione ed interesse.

Nello **stadio associativo (o di coordinazione fine)** alcune componenti dell'abilità sono state apprese, e nei gesti tecnici complessi le diverse parti che compongono l'azione vengono progressivamente integrate in unità di livello superiore; l'atleta può così rivolgere l'attenzione a punti chiave dell'esecuzione ed evitare un controllo continuo e dispendioso sulle singole componenti dell'azione. Le capacità di prevedere gli eventi migliorano grazie alla scoperta delle regolarità negli aspetti prestativi, ossia al fatto che ad una certa azione corrispondano certi risultati. L'apporto di informazioni multisensoriali arricchisce la rappresentazione mentale del gesto e l'analizzatore cinestesico acquista maggiore rilevanza; la programmazione del compito e la rappresentazione dei movimenti sono diventate più precise. Mentre nello stadio precedente la prestazione è spesso astratta dal contesto in cui è realizzata, in questo stadio l'atleta inizia a comprendere e ad integrare le caratteristiche rilevanti dell'ambiente nella propria prestazione, collegando le informazioni sensoriali con appropriate risposte motorie: ad esempio, è in grado di accelerare o rallentare i propri movimenti in funzione della situazione.



A livello didattico, due sono gli aspetti fondamentali che l'allenatore deve considerare nello stadio associativo:

- aiutare l'atleta soprattutto ad identificare ed a rispondere a cambiamenti nelle situazioni ambientali, piuttosto che continuare a fornire solo istruzioni sulle modalità esecutive, come nello stadio precedente (anche se comunque queste restano importanti). Sia negli sport ad abilità aperte che in quelli ad abilità chiuse, è importante modificare gradualmente e sistematicamente i fattori di variabilità, ad esempio proponendo diverse velocità esecutive, richiedendo reazioni rapide e diversificate a stimoli improvvisi e modificando gli spazi di azione;
- cominciare a ridurre progressivamente la quantità ed il tipo di *feedback*. Poiché l'atleta ha sviluppato una percezione più precisa dei propri movimenti, risulta maggiormente proficuo che l'allenatore intervenga soprattutto per sviluppare nell'atleta la capacità di valutare la propria esecuzione, di individuare da solo i propri errori e correggerli. Richiedendo una descrizione delle sensazioni personali collegate all'azione si favorisce l'introspezione e l'analisi dell'esecuzione; in questo modo si agevola il collegamento del linguaggio con le sensazioni del gesto e si migliora la comprensione del movimento. Inoltre, poiché rispetto allo stadio precedente gli errori sono molto diminuiti, è più efficace un *feedback* diretto non solo a correggere gli errori, ma soprattutto a rinforzare i movimenti corretti.

Nello **stadio autonomo (o di disponibilità variabile)**, è palese la capacità di eseguire le abilità tecniche in modo più o meno automatico, senza porre attenzione al controllo dei movimenti; l'evidenza di aver raggiunto questa fase viene proprio dal fatto di sapere compiere bene un gesto complesso anche pensando a qualcos'altro. I programmi motori raggiungono un livello elevato di perfezionamento; le sensazioni precise e dettagliate sono facilmente collegate alle spiegazioni teoriche dell'azione, e la rappresentazione mentale multisensoriale consente la correzione del movimento attraverso un preciso confronto fra risultato atteso e risultato reale. Molte operazioni mentali, dalla

percezione all'effettuazione, sono diventate automatizzate e questo libera l'attenzione da compiti di controllo motorio, e la rende disponibile per l'analisi delle informazioni ambientali.

Poiché gli atleti hanno raggiunto un livello elevato di prestazione, ovviamente i miglioramenti diventano meno evidenti, e ulteriori progressi anche minimi richiedono molto tempo. Ciò può apparire come una mancanza di sviluppo personale e determinare frustrazione e calo di motivazione; a questo può contribuire anche il fatto che per mantenere alto il livello di prestazione è comunque necessaria una grande quantità di lavoro.

Sostenere la motivazione diventa un obiettivo fondamentale nello stadio autonomo. Oltre che sull'accuratezza e sul perfezionamento della tecnica, le istruzioni dovrebbero riguardare l'adattamento dei gesti tecnici a situazioni variate; sperimentare variazioni tecniche da utilizzare in situazioni di gara (ad es., sviluppando strategie di gestione della gara in diverse condizioni sia ambientali che fisiche) sostituisce il fornire istruzioni legate solo al gesto tecnico. L'allenatore, assieme all'atleta, può analizzare le possibili variazioni delle condizioni di gara che si possono verificare (anche sulla base di esperienze passate) per rifinire ed adattare la tecnica a tali situazioni. È quindi importante proporre esperienze molto variate, anche inserendo difficoltà aggiuntive, così da ampliare il repertorio di adattamenti e risposte dell'atleta. Risultano anche utili istruzioni sintetiche e specifiche che possano poi essere utilizzate dall'atleta come parole chiave per regolare il proprio comportamento. Va invece ridotto il linguaggio interiore di guida dettagliata del movimento, soprattutto in competizione, poiché l'analisi dei particolari esecutivi rallenta ed ostacola, danneggiandola, l'azione automatizzata.

## Gli aspetti applicativi nell'approccio dinamico

Pur riconoscendo le stesse caratteristiche comportamentali che si manifestano nell'acquisizione di abilità, questo approccio ne dà una diversa interpretazione e, sulla base di questa, pone l'accento su modalità didattiche differenti (cfr. Pesce, 2002); gli studi sull'apprendimento motorio sono ancora relativamente recenti (come è stato detto, inizialmente l'interesse si è concentrato soprattutto sul controllo motorio), ma c'è un consenso generale riguardo a quelli che sono ritenuti i fattori principali coinvolti nell'apprendimento. In generale, secondo la teoria dei sistemi dinamici, *pattern* coordinati di movimenti (quali sono le abilità motorie) emergono dalle costrizioni (ossia dai limiti) e dalle opportunità derivanti dall'interazione della persona con il compito e con l'ambiente. Come si è visto, il sistema umano di movimento comprende un numero enorme di gradi di libertà che rende possibili molteplici sfumature di una stessa azione. Poiché le diverse strutture che compongono il corpo umano possono funzionare in modi molto diversi, la sfida fondamentale che si trova di fronte una persona che sta imparando è come controllare questo enorme numero di possibilità di movimento. Il modello di apprendimento proposto individua tre stadi che vengono definiti come iniziale, avanzato ed esperto. Le indicazioni didattiche sono simili per i tre stadi e verranno presentate dopo la descrizione di questi (cfr. Edwards, 2011).

### **Stadio iniziale: riduzione dei gradi di libertà**

Il problema del principiante è imparare a controllare non solo i muscoli e le articolazioni implicati nel movimento, ma anche quelli non coinvolti, che potrebbero interferire; è dunque necessario il controllo di molti gradi di libertà. Questo proble-

ma può essere affrontato riducendo il numero di strutture da controllare, manipolando cioè gli aspetti dinamici del movimento; per fare ciò vanno ridotti i gradi di libertà nel sistema coinvolto nell'esecuzione di una abilità, bloccando alcune articolazioni. Vengono così bloccate alcune parti del corpo, consentendo il movimento solo di quelle essenziali. Ad esempio, quando un principiante impara a calciare una palla, in genere coinvolge solo la parte inferiore del corpo, mentre busto e braccia restano ferme (e le braccia spesso sono in fuori, per aiutare l'equilibrio). Anche i movimenti della parte inferiore del corpo sono in parte bloccati, con

i movimenti di alcune articolazione (anca e ginocchio) che lavorano insieme in modo collegato: quando l'arto si estende dietro, il ginocchio si flette, quando il ginocchio comincia ad estendersi, l'arto si flette; la caviglia in genere resta fissa. In questo modo, il controllo dell'azione è reso molto più semplice. Questa strategia può essere paragonata al controllo delle ruote di un'automobile: se ciascuna ruota fosse libera di muoversi in maniera indipendente, sarebbero necessari quattro volante per controllare il movimento; invece, collegando il movimento delle ruote, facendole agire come se fossero un'unità unica, basta un solo volante.



Risolvere il problema del controllo riducendo i gradi di libertà non è però sufficiente per consentire un'azione coordinata ed efficace; miglioramenti nella prestazione sono possibili solo se vengono coinvolti altri muscoli ed articolazioni (aumentando cioè i gradi di libertà) e sperimentando come questo porti a risultati migliori nell'azione.

### **Stadio avanzato: liberazione dei gradi di libertà**

È caratterizzato appunto dalla possibilità di controllare e coordinare un grande numero di gradi di libertà per produrre azioni efficaci. Ma se un principiante è già in difficoltà a controllare un numero limitato di gradi di libertà, come può riuscire attraverso l'apprendimento a gestirne poi un numero maggiore? La risposta di Bernstein a questo dilemma fu che mentre veniva ampliato il numero di possibilità di movimenti, poteva comunque diminuire il numero di strutture da controllare; l'apprendimento, infatti, determina l'accorpamento di diverse strutture, definite sinergie o strutture coordinative, che agiscono come una singola unità di azione, e che vengono appunto controllate come singola unità.

Più muscoli ed articolazioni vengono incorporati in unità di azione più ampie e raffinate; una sinergia, dunque, è costituita da un gruppo di muscoli, che si estendono su più articolazioni e che in alcune situazioni sono collegati insieme ed agiscono in quel momento come una singola unità. Il passaggio da forme di coordinazione elementare a forme più ricche ed articolate viene attribuito a processi di auto-organizzazione del sistema. Alla base di questi concetti ci sono comunque spiegazioni fisiologiche che fanno riferimento allo sviluppo, attraverso la pratica, di connessioni neurologiche vantaggiose tra i muscoli interessati,

mediante vie nervose esistenti e riflessi. Questi meccanismi sono alla base di movimenti fluidi, eseguiti con scioltezza ed in modo efficace.

### **Stadio esperto: capitalizzazione dei gradi di libertà**

Sebbene la coordinazione dei movimenti sia raggiunta nello stadio precedente, nello sport le abilità complesse richiedono spesso la capacità di utilizzare le forze passive e reattive presenti sia nelle varie strutture corporee (ad es., l'elasticità muscolare) sia nell'ambiente (ad es., il vento nel windsurf). Nello stadio esperto, l'atleta continua a liberare gradi di libertà e ad organizzarne altri per ottenere *pattern* di azione più efficienti dal punto di vista energetico. L'obiettivo è quello di utilizzare al massimo le forze interne ed esterne che possono contribuire in modo significativo all'efficacia dell'azione. Ad esempio, nello stacco del salto in alto o nel caricamento del braccio prima di un lancio, la meccanica del gesto tecnico è finalizzata ad un pre-stiramento della muscolatura coinvolta, al fine di utilizzare anche l'energia elastica accumulata per imprimere maggiore efficacia all'azione finale. Gli atleti devono anche acquisire la capacità di sfruttare le caratteristiche fisiche dell'ambiente, come l'inerzia, l'attrito, la gravità (si pensi ad esempio alla diversa velocità di caduta di attrezzi diversi, come nella ginnastica ritmica un nastro, una palla o una clavetta). In questo modo, l'interazione fra organismo, compito e ambiente viene ridefinita, consentendo prestazioni più precise ed efficaci.

Nella teoria dei sistemi dinamici, un processo di sviluppo simile a quanto avviene per i gradi di libertà (blocco, liberazione e capitalizzazione) viene proposto anche per quanto riguarda il collegamento diretto perce-

zione-azione. Nello stadio iniziale, per controllare il movimento il principiante orienta l'attenzione su una specifica modalità di informazione sensoriale, in genere quella visiva, che è quella più facilmente accessibile e comprensibile, anche se non sempre la più utile. Nello stadio avanzato, l'atleta sviluppa un ricco repertorio di possibili collegamenti percezione-azione, aumentando la propria capacità di selezionare movimenti diversi in funzione di cambiamenti negli obiettivi e nelle situazioni. Infine, nello stadio esperto acquisisce la capacità di sfruttare le caratteristiche ambientali; ciò significa

che usa le informazioni provenienti da più fonti per riuscire a raggiungere l'obiettivo mantenendo gesti corretti ed efficaci anche quando si modificano le condizioni percettive ed ambientali. A questo punto, il collegamento percezione azione-diventa automatico: una volta deciso l'obiettivo, la ricerca attiva di informazioni nell'ambiente determinerà, sulla base dell'esperienza effettuata per prove ed errori nel tempo, una risposta automatica; se l'atleta ha sviluppato adeguatamente anche le strutture coordinative coinvolte nei movimenti, la sua sarà un'azione altamente efficace.

La proposta didattica che deriva dalla teoria dei sistemi dinamici è in accordo con un approccio euristico che valorizza l'apprendimento per prove ed errori: gli allievi, attraverso un processo di esplorazione che parte da sistemi di azione semplici, con il coinvolgimento di un numero limitato di strutture di movimento, sperimentano progressivamente ed imparano ad utilizzare in modo sempre più ampio e coordinato le proprie possibilità di movimento. Contemporaneamente, aumenta anche la capacità di "leggere" la situazione ambientale e di associare in maniera automatica, sempre per prove ed errori, configurazioni di stimoli a risposte efficaci anche in situazioni mutevoli. Alla luce dell'approccio dinamico, l'apprendimento è prima di tutto un processo di ricerca attiva, sia di opportunità ambientali che di proprie possibilità di movimento; le strategie che ne derivano sono quelle fondate sulla scoperta, su tentativi per risolvere problemi motori attraverso la ricerca delle possibili soluzioni. Il ruolo di chi insegna è quello di facilitare la scoperta variando le richieste del compito:

- a) si creano situazioni problema di difficoltà variabile in funzione dei livelli di abilità individuali;
- b) si presentano i problemi da risolvere e l'obiettivo da raggiungere;
- c) si incoraggia l'allievo ad esplorare le proprie capacità e le opportunità dell'ambiente, ed a scoprire le soluzioni motorie più efficaci.

Una didattica di questo tipo non è nuova nella cultura sportiva italiana: già nel Programma multimediale Educazione motoria di base (1987), realizzato dal CONI in collaborazione con l'Istituto dell'Enciclopedia Italiana, fra le strategie didattiche venivano presentate la libera esplorazione, la scoperta guidata, la risoluzione di problemi. Queste strategie venivano proposte soprattutto per le fasce giovanili, ed avevano allora un significato prevalentemente pedagogico. Alla luce della teoria dei sistemi dinamici esse trovano ora una giustificazione valida per atleti di tutte le fasce di età, in accordo con principi scientifici relativi al controllo ed all'apprendimento motorio.

Invece che fornire istruzioni dettagliate, si possono dunque creare situazioni problema e dare informazioni molto generali sulle possibilità di azione, come linea di esplorazione e di scoperta di ciò che potrebbe essere più utile e più efficace; un aiuto può venire anche da domande che facilitino comprensione e riconoscimento degli stimoli percettivi importanti a cui prestare attenzione, e dal *feedback* dell'allenatore. Una volta apprese strutture di movimento (abilità) efficaci, le istruzioni verbali e la dimostrazione possono essere usate per perfezionare l'azione.

In genere, tradizionalmente nell'insegnamento di una tecnica sportiva c'è la tendenza ad utilizzare un'immagine ideale del gesto da ricercare in maniera molto precisa. Tuttavia, la ricerca ha evidenziato come anche per abilità chiuse e molto stabili (come golf o tiro a segno) non esistano schemi di movimento ottimali: questo perché sia le condizioni corporee (stabilità, condizioni fisiologiche, fattori psicologici, ecc.) che quelle ambientali (luce, vento, superficie d'appoggio, temperatura, attrezzature, ecc.) sono ogni volta diverse. Dato che i fattori che incidono sul movimento si modificano continuamente, l'allenamento dovrebbe dunque favorire l'adattamento a situazioni mutevoli, piuttosto che la riproposizione sempre uguale di un modello tecnico ipoteticamente ottimale (Edwards, 2011).

## Bibliografia

- Edwards W. H., *Motor learning and control: From theory to practice*, Belmont, CA, Wadsworth, Cengage Learning, 2011.
- McMorris T., *Acquisition and performance of sports skills*, Hoboken, NJ, Wiley Wiley & Sons, 2004.
- Pesce C., Insegnamento prescrittivo o apprendimento euristico?, *SdS-Scuola dello Sport*, 2002, 55, 10-18.
- Schmidt R. A., Lee T. D., *Motor learning and performance: From principles to application* (5<sup>th</sup> ed.), Champaign, IL, Human Kinetics, 2014.
- Schmidt R. A., Wrisberg C. A., *Apprendimento motorio e prestazione*, Roma, Società Stampa Sportiva, 2000.
- Vickers J. N., *Skill acquisition: Designing optimal learning environments*, In Collins D., Button A., Richards H. (a cura di), *Performance psychology: A practitioner's guide*, Edinburgh, UK, Churchill Livingstone Elsevier, 2011, 191-206.
- Wulf G., Attentional focus and motor learning: A review of 15 years, *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2013, 6, 77-104.

## Domande di autoverifica

1. Qual è la differenza fra prestazione ed apprendimento?
2. Cosa si intende per anticipazione?
3. Quali sono i tre sistemi di memoria?
4. Quali sono le caratteristiche principali di un approccio cognitivista all'apprendimento motorio?
5. Quali sono le caratteristiche principali di un approccio dinamico all'apprendimento motorio?
6. In che modo i due diversi approcci valorizzano la variabilità della pratica?
7. Quali aspetti comportamentali caratterizzano gli stadi dell'apprendimento motorio?
8. Quali indicazioni didattiche sono utili nei tre diversi stadi dell'apprendimento motorio?