

Pierre Mounoud

# DAL PENSIERO ALL'AZIONE

A cura di  
Iolanda Fabbri e Alessandra Farneti



La Nuova Italia Scientifica  
1995

## Azione e conoscenza \*

Abilità cognitive e motorie  
in una prospettiva di sviluppo

Vorrei discutere qui le relazioni tra abilità motorie e cognitive, solitamente considerate come due categorie distinte di comportamento. Sebbene non sia usuale parlare in termini di "abilità cognitive", l'idea non è nuova. Bartlett (1958) suggerì che «il pensiero è un'abilità di forma avanzata»; egli tuttavia distingueva nettamente le «abilità corporee» e le «abilità mentali». Weimer (1977), sviluppando quest'idea, considera che i «processi sottostanti alla conoscenza sono azioni capaci». Gelman e Gallistel (1978) parlano di abilità a contare, o abilità di classificazione. Anche Fischer (1980) ha adottato il termine "abilità" per presentare il suo modello di sviluppo. Beilin (1983) considera l'uso attuale di questo termine come una caratteristica del funzionalismo contemporaneo. Io userò qui il termine "abilità" per favorire il confronto fra condotte o prove cognitive e motorie e anche per esplicitare il mio punto di vista. Cercherò di mostrare, se non l'equivalenza tra abilità motorie e cognitive, almeno l'esistenza di processi sottostanti comuni a questi due tipi di condotte. Le ricerche che abbiamo condotto da diversi anni si basano sull'ipotesi che lo sviluppo delle abilità motorie non sia distinto da quello delle abilità cognitive e, inoltre, che lo studio delle abilità motorie sia un metodo d'approccio originale allo sviluppo cognitivo (Hauert, 1980; Mounoud, 1970; Mounoud, Hauert, 1982). Un po' per scherzo suggerisco di denominare questo approccio "behaviorismo cognitivista".

La relazione tra azione e conoscenza è stata di recente ampiamente discussa (Arbib, 1980; Prinz, Sanders, 1984; Shaw, Bransford, 1977). Poco è stato tuttavia scritto su questo tema dello sviluppo, ad eccezione dei capitoli di Hay, Pick e Trevarthen nel testo curato da Prinz e Sanders. Cominceremo questo lavoro parafrasando la formula

\* P. Mounoud (1986), *Action and Cognitions. Cognitive and Motor Skills in a Developmental Perspective*, in M. G. Wade, A. Whiting (eds.), *Motor Development in Children*, M. Nijhoff, Dordrecht, pp. 373-90.

di Herb Pick, secondo la quale «noi percepiamo per agire e agiamo per percepire», nella seguente maniera: «le nostre azioni sono determinate da ciò che conosciamo e le nostre conoscenze sono determinate dalle nostre azioni, da ciò che sperimentiamo attraverso le nostre azioni».

Forse è utile sottolineare innanzitutto che le conoscenze non sono necessariamente conscie. Le nostre abilità cognitive si basano principalmente su processi inconsci (in altri termini conoscenza e coscienza non hanno connessioni di necessità) e noi non siamo di solito consapevoli delle regole, relazioni, operazioni, schemi e rappresentazioni (spesso qualificati come mentali) che determinano le nostre abilità cognitive o motorie.

In questo capitolo considererò le abilità cognitive e motorie separatamente, per poi definirne i legami attraverso le mie ricerche. Presto particolare attenzione alle abilità di "seriazione", sia da un punto di vista motorio che cognitivo. Dal punto di vista cognitivo, sono state condotte numerose ricerche per scoprire in che modo il bambino giunge a mettere in serie degli oggetti o degli avvenimenti in funzione della variazione di alcune dimensioni (volume, peso ecc.). L'attenzione degli autori è rivolta sia al risultato o prodotto finale dell'operazione di seriazione (l'ordine introdotto fra gli oggetti), sia alla procedura o strategia di seriazione. Dal punto di vista motorio, ho realizzato con Hauert, Gachoud, Viviani e Corbetta delle ricerche volte a studiare in che modo il bambino giunge a mettere in serie certi parametri delle sue azioni (intensità di forza, ampiezza ecc.) in funzione della variazione di alcune dimensioni degli oggetti su cui si esplica l'azione (sollevamento di oggetti di peso e di volume variabili), o in funzione delle variazioni di alcune dimensioni di oggetti prodotti dall'azione stessa (ad esempio, la rappresentazione di cerchi di diverse dimensioni).

In tutte queste situazioni sperimentali si è soliti interpretare le *performances* dei soggetti in termini di piani, programmi, strategie, che possono essere più o meno locali o globali, più o meno integrate, coordinate, o giustapposte o frammentate. Esaminerò dunque le *performances* dei bambini in queste diverse situazioni, qualificate talvolta come motorie, talvolta come cognitive, per migliorare la nostra comprensione generale dello sviluppo delle condotte considerate come strumenti di adattamento all'ambiente.

Il problema che discuterò è di sapere se questi piani (etichette cognitive) o programmi (etichette motorie) qualificano un'unica entità, se essi hanno gli stessi meccanismi sottostanti o se, al contrario, cognitivo e motorio costituiscono campi distinti.

## 2.1 Abilità cognitive

Definisco le abilità cognitive come la capacità di organizzare delle relazioni spaziali, causali, logiche ecc. tra oggetti, relativamente alle loro differenti proprietà, o come la capacità di organizzare delle relazioni tra le differenti parti di un oggetto, o ancora, come la capacità di organizzare le relazioni che il soggetto stabilisce con le situazioni. Questa definizione di abilità cognitive include necessariamente le abilità percettive. Quelle cognitive possono manifestarsi sia in azioni pratiche, come classificare o mettere in serie degli oggetti, che in azioni mentali.

Consideriamo dapprima le *abilità spontanee di classificazione* di oggetti come prototipiche delle abilità cognitive di organizzare delle relazioni fra gli oggetti. Tali abilità non possono essere considerate separatamente dal problema dell'inclusione di classi. La descrizione delle condotte in tre tappe, fornita da Inhelder e Piaget (1959), inizia con le collezioni figurali, tipiche dei bambini da 3 a 5 anni, nelle quali gli oggetti sono organizzati in configurazioni spaziali come parti di un tutto. In una seconda fase (da 5;6 a 7 anni) i bambini costruiscono collezioni non figurali, nelle quali gli oggetti sono riuniti in piccoli gruppi, sulla base di criteri più o meno fluttuanti e più o meno esclusivi. In una terza fase (da 8 a 9 anni) i bambini sono capaci di formare classi ben articolate, che non sono giustapposte ma organizzate gerarchicamente. Secondo Inhelder e Piaget, i bambini a questo livello controllano totalmente le relazioni di inclusione, ovvero le relazioni "del tutto" e "delle parti".

In seguito a questi lavori, possiamo considerare schematicamente che le ricerche si sono orientate in due direzioni opposte: quelle delle *competenze precoci*, da una parte, e delle *incompetenze tardive*, dall'altra, per riprendere l'espressione di Case (1985). (Per una rassegna su questi problemi cfr. Gelman, Baillargeon, 1983; Scholnick, 1983; Sugarman, 1983; Winer, 1980.)

I lavori che si basano sulle "competenze precoci" (cfr. Denney, 1972a, 1972b; Fischer, Roberts, 1980; Rosch *et al.*, 1976; C. L. Smith, 1979; L. B. Smith, 1984; Sugarman, 1979, 1981, 1983) sono concordi nel descrivere una serie di stadi nell'arco di età fra 1 e 4 anni. Secondo queste ricerche il bambino di 3 anni ha la capacità di selezionare degli oggetti in funzione di un criterio costante, senza residui o sovrapposizioni. Il bambino di 4 anni è capace di costruire classi coerenti ed esaustive, incluse le une nelle altre, come pure di ragionare su relazioni di inclusione. Come scrive J. M. Mandler

(1983, p. 469) «è difficile immaginare un sistema organizzato gerarchicamente che non presupponga una certa comprensione dell'inclusione di classi».

Gli studi sulle «incompetenze tardive» (cfr. Bideaud, 1979, Carbonnel, 1978; Lautrey *et al.*, 1981; Markman, 1978; Markman *et al.*, 1980; DeRibaupierre *et al.*, 1985; Rieben *et al.*, 1983; Thornton, 1982) mostrano i limiti delle capacità di classificazione dei bambini di 8 e 9 anni, in particolare la tendenza dei bambini sino all'età di 11 anni a basare i giudizi di inclusione di classe su criteri empirici piuttosto che logici.

Se lasciamo da parte le classificazioni nell'azione (forme sensorie o pratiche, basate sull'assimilazione di nuovi oggetti entro schemi anteriori del soggetto), mi sembra che ci siano due momenti in cui le abilità di classificazione dei bambini raggiungono un livello ottimale: un primo momento verso i 3;6-4 anni e un secondo da 9 a 11 anni. Per ciò che concerne lo studio del periodo di transizione fra questi due livelli, ricordo in particolare la ricerca sistematica condotta da Markman (Markman, 1973; Markman, Seibert, 1976; Markman *et al.*, 1980) che mette in evidenza la tendenza generale dei bambini in tale periodo a organizzare gli oggetti in termini di collezioni (nomi collettivi come famiglia, bosco ecc.) e di relazione "parte-tutto", piuttosto che in termini di classe e di relazioni di inclusione. Come interpretare questa preferenza per le collezioni in opposizione alle classi? Markman considera che le collezioni hanno una coerenza psicologica più elevata delle classi. È vero, infatti, che i nomi collettivi servono a specificare una classe come un tutto, a singolarizzarla, a concretizzarla, ad aumentare la sua significatività.

Thornton (1982) ha studiato i bambini da 5 a 10 anni in una prova di classificazione. Ella considera l'età di 7 anni come una fase di transizione in cui i bambini elaborano attivamente le relazioni fra classi. Io preferisco dire "rielaborano" poiché questo tipo di relazioni è già stato elaborato precedentemente dai bambini più piccoli (fra 2 e 3 anni) per mezzo di un altro tipo di codice (Mounoud, 1976, 1979, 1985).

Consideriamo ora un'altra categoria di abilità cognitive: le *abilità di seriazione*. Si tratta della capacità di ordinare degli oggetti o degli eventi in rapporto ad una o a più dimensioni, come volume, peso, flusso dell'acqua (Inhelder, Piaget, 1959; Piaget, 1946; Piaget, Szeminska, 1941; Piaget, Inhelder, 1941). Questa categoria di condotte è stata studiata non solo dal punto di vista del risultato dell'attività del soggetto, ma anche dal punto di vista delle strategie utilizzate dal

bambino per realizzare la seriazione. Alcuni studi recenti sulle abilità di classificazione o di selezione prendono in considerazione anche le strategie di selezione (Langer, 1980; Sugarman, 1983). Con questo studio delle strategie ci si avvicina un po' a quello delle abilità motorie, dal momento che lo studio delle strategie è spesso incluso nelle abilità motorie. La situazione sperimentale più spesso citata è quella di Piaget relativa alla seriazione delle lunghezze, in cui si domanda al bambino di mettere in serie dieci bastoncini di diversa lunghezza, dal più piccolo al più grande (Piaget, Szeminska, 1941). Benché già a 5 anni alcuni bambini pervengano a ordinare correttamente questi oggetti, attraverso una strategia "per prove ed errori", è solo intorno a 8 anni che, secondo gli autori, sono capaci di ordinare i 10 bastoncini in modo sistematico, dal più piccolo al più grande. Questi bambini riescono anche in prove complementari come l'inserzione di un elemento intermedio in una serie già formata e la correzione del collocamento di un oggetto mal inserito. Per Piaget, l'utilizzo di una strategia sistematica significa che il bambino *anticipa la serie completa*. Come l'inclusione è inseparabile dal controllo delle abilità di classificazione, allo stesso modo, per Piaget, l'abilità operatoria di seriazione è formalmente inseparabile dal successo nei giudizi di transitività.

Altre ricerche, alcune delle quali contemporanee a quelle di Piaget, hanno dimostrato che bambini molto più piccoli possono ordinare correttamente gli oggetti in base al loro volume, in modo sistematico. Come per la classificazione, sono state identificate competenze precoci nelle prove di seriazione nei bambini da 3 a 4 anni (Greenfield *et al.*, 1972; Koslowski, 1980; Meyer, 1940; Sugarman, 1983). Lo stesso avviene per le inferenze transitive (de Boysson-Bardies, O'Regan, 1973; Bryant, Trabasso, 1971; Harris, Bassett, 1975).

Edith Meyer, nel suo studio sulla comprensione delle relazioni spaziali fra oggetti nei bambini di età prescolare, ha studiato già nel 1940 la composizione di forme. Essa dava ai bambini un insieme di cinque scatole con la base triangolare, già incastrate. Il bambino doveva prima di tutto separare le scatole le une dalle altre, e poi ricomporle. Le condotte manifestate dai bambini sono state classificate dalla Meyer in tre stadi.

In un primo stadio (1-2 anni), i bambini *non manifestano alcuna valutazione della forma e della dimensione degli oggetti* che cercano di mettere insieme.

In un secondo stadio (3-3;6), i bambini imparano dall'esperienza ad adattare le forme le une alle altre. Essi giungono a considerare due scatole l'una il prolungamento dell'altra e a premere l'una contro l'altra con un movimento di rotazione, fino ad incastrarle. Essi «non

*banno coscienza anticipata delle relazioni ma vi si adattano nel corso della sperimentazione». Essi non sanno completare le serie senza compiere errori. La capacità di pianificazione è limitata.*

In un terzo stadio (4-4;6) i bambini giungono a scegliere le scatole delle dimensioni corrette prima di incastrarle: *pianificano in anticipo le azioni e non si adattano solo empiricamente.*

La descrizione fornita dalla Meyer nel 1940 è ancora oggi rilevante; attualmente si parlerebbe di meccanismi di *feedback* e *feedforward*.

Trent'anni più tardi, Greenfield, Nelson e Saltzman (1972) hanno studiato a loro volta la manipolazione di tazze di diversa misura in bambini dagli 11 ai 36 mesi, stabilendo un parallelo fra lo sviluppo delle strategie di manipolazione e lo sviluppo della costruzione grammaticale<sup>1</sup>. Essi stabiliscono inoltre un parallelo fra gli stadi descritti da Piaget fra i 4 e gli 8 anni e quelli scoperti da loro fra 1 e 3 anni.

In questa esperienza sono state utilizzate cinque tazze di sezione circolare. Invece di dare al bambino le tazze già incastrate, come faceva la Meyer, lo sperimentatore mostra al bambino come incastrarle. Dopo la dimostrazione, le cinque tazze sono poste separatamente di fronte al bambino. Sono state identificate tre differenti strategie.

Nella prima strategia (1 anno) una sola tazza è posta dentro o sopra un'altra tazza e il più delle volte è immediatamente estratta. Il bambino costruisce così una coppia o coppie successive di tazze. Questa strategia è confrontata alla divisione binaria dei bastoni in «grandi» e «piccoli», descritta da Piaget e Szeminska (1941).

Nella seconda strategia, chiamata il metodo della «pentola» (2 anni) due o più tazze sono poste le une dentro o sulle altre. Il bambino prende successivamente un certo numero di tazze che pone dentro o su una tazza stazionaria che funge da «pentola» e che contiene le tazze mobili. Questa strategia è confrontata con quella descritta da

1. La ricerca di Greenfield, Nelson e Saltzman propone una corrispondenza di forma e di sequenza evolutiva, fra le condotte di manipolazione delle tazze e la costruzione grammaticale. In tale versione, le strategie di costruzione, in cui una tazza agisce su un'altra, includerebbero una relazione del tipo Attore-Azione-Oggetto dell'azione, la stessa della struttura grammaticale Soggetto-Verbo-Oggetto.

La strategia I, in cui il bambino manipola una sola coppia di tazze, equivale alla relazione grammaticale di una «frase semplice», formata appunto da S-V-O.

La strategia II, o metodo della pentola, realizza una costruzione grammaticale che unisce con la congiunzione «e» due proposizioni.

La strategia III, o metodo dei sottoinsiemi, corrisponde alla relazione grammaticale che si stabilisce fra due proposizioni congiunte con un pronome relativo («che»).

Piaget nei bambini di 5-6 anni che possono costruire delle serie per prove ed errori, ma che non riescono ad inserire un elemento intermedio.

In una terza strategia (3 anni), denominata metodo dei sottoinsiemi, l'incastro o la sovrapposizione di due o tre tazze è trattata come un'unità dentro o sopra un'altra tazza. La caratteristica di questa strategia è che ciascuna tazza o gruppo di tazze può svolgere successivamente la doppia funzione di essere quella su cui si pone un'altra tazza o quella che si pone su un'altra tazza. Questa strategia è stata confrontata con la riuscita nella prova dell'elemento intermedio, caratteristica del terzo e ultimo stadio identificato da Piaget.

Fra gli stadi descritti dalla Meyer (1940) e quelli descritti dalla Greenfield (1972) esiste un *décalage* di circa un anno. Pensiamo che questo *décalage* sia dovuto, almeno in parte, al materiale, da un lato, e al metodo dall'altro. In rapporto al materiale, è sicuramente più difficile incastrare delle scatole a sezione triangolare che circolare; per quanto riguarda il metodo, è chiaro che la dimostrazione realizzata da Greenfield *et al.* (1972), benché non determini l'uso di una specifica strategia utilizzata dal bambino, certamente esalta le *performances* del bambino. Noi menzioniamo questo *décalage* per relativizzare le età, in modo che non appaiano troppo rigide. Possiamo concludere che fra i 3 e i 4 anni i bambini giungono a realizzare incastri e seriazioni di elementi con strategie evolute, nelle quali essi pianificano la successione delle azioni. Tale *performance* è vicina, se non equivalente, a quella dei bambini di 8-9 anni descritta da Piaget per la seriazione dei bastoncini.

Una competenza precoce è stata dimostrata anche nei bambini di 3-4 anni riguardo all'inferenza transitiva (de Boyssons-Bardies, O'Regan, 1973; Bryant, Trabasso, 1971; Harris, Bassett, 1975; Riley, Trabasso, 1974). Per Halford e Kelly (1984) la riuscita si collocherebbe piuttosto verso i 4;6-5 anni. Esiste una controversia, a questo proposito, fra diversi autori (cfr. Breslow, 1981; Breslow *et al.*, in corso di stampa).

Come nel caso delle classificazioni, anche per le abilità di seriazione e di inferenza transitiva, ritroviamo delle ricerche che hanno mostrato i limiti delle «riuscite» o della comprensione – incompetenze tardive – manifestate dai bambini di 8 e 9 anni (Bullinger, 1973; Gilliéron, 1976; Retschitzki, 1978). Grazie a tecniche ingegnose che mascherano gli indici percettivi utilizzabili dal bambino, si assiste alla scomparsa di certi *décalages* orizzontali, come quello tra la seriazione delle lunghezze e dei pesi (cfr. Montangero, 1980). In alcune condizioni sperimentali, inoltre, la strategia operativa, chiamata la scelta

“del più grande”, non è usata prima degli 11-12 anni. Retschitzki (1982) sottolinea la grande variabilità delle strategie usate per risolvere problemi di seriazione anche allo stesso livello di sviluppo.

Per le abilità di classificazione e di seriazione come per l'inclusione e la transitività, emergono chiaramente due livelli di riuscita, dall'insieme delle ricerche: un primo livello attorno a 3-4 anni e un secondo da 9 a 11 anni, con una certa variabilità dovuta alle condizioni sperimentali. La maggior parte degli autori basa la propria spiegazione sulle strutture mentali. Alcuni di essi, però, considerano che ci sia una *trasformazione strutturale* fra questi due livelli (spiegazione piagetiana adottata in particolare da Breslow, 1981; Breslow *et al.*, in corso di stampa), mentre per altri c'è una *invarianza strutturale* e la spiegazione del cambiamento è da cercare altrove. Gli autori a favore dell'invarianza strutturale considerano che i bambini in età molto precoce avrebbero la competenza logica per risolvere prove di classificazione e seriazione.

Sono state proposte diverse ipotesi per spiegare il cambiamento fra i due livelli di *performances*. Ad esempio:

- l'abilità di applicare la competenza logica a campi sempre più complessi aumenta con l'età (Gelman, Baillargeon, 1983);
- le capacità mnemoniche e linguistiche si modificano con l'età (Trabasso, 1975, 1977);
- la capacità di presa di coscienza delle relazioni categoriali richieste dalle prove aumenta (Mandler, 1983);
- le capacità di codifica del bambino si trasformano (Mounoud, 1979).

A mio avviso il primo livello di riuscita a 3-4 anni potrebbe essere raggiunto per mezzo del sistema di codifica percettivo; mentre il secondo livello di riuscita a 9-11 anni include il sistema di codifica concettuale. In precedenza ho considerato che l'organizzazione percettiva è raggiunta verso l'età di due anni. Sarei dunque più propenso a considerare le riuscite dei bambini di 3-4 anni come il raggiungimento tardivo dell'organizzazione percettiva e non come una prima tappa nell'organizzazione concettuale.

## 2.2

### Abilità motorie

Le abilità motorie possono essere considerate come la capacità di organizzare gli aspetti spazio-temporali e fisici di un movimento e le sue differenti componenti in relazione con gli aspetti spazio-temporali e fisici di una data situazione. Questo tipo di organizzazione può es-

sere evidenziato dalla invarianza o dalle variazioni sistematiche dei parametri di movimento implicati nelle abilità motorie considerate. Questo è sostanzialmente il metodo adottato da Piaget nello studio delle capacità cognitive. Nel campo delle abilità motorie, molte invarianze sono state identificate dai ricercatori già alla fine del secolo scorso, ma tali invarianti sono di solito descritte come leggi, principi, tendenze, come la Legge di Fitt o Principio di Isocronia, e non come risultanti da meccanismi compensatori prodotti da un organismo attivo impegnato in una relazione adattiva con l'ambiente, incluse azione e percezione.

Considereremo ora l'*abilità di seriazione* dal punto di vista delle abilità motorie. Nella situazione sperimentale della seriazione di pesi, si chiede al soggetto di sollevare degli oggetti di differente peso e dimensione. Le variazioni di peso possono essere inferite, almeno in parte, dalle variazioni di dimensioni. Per compiere la prova in modo ottimale, il soggetto deve essere capace di variare la forza in rapporto alla variazione del peso, in modo da produrre movimenti più o meno costanti e invarianti. Abbiamo intrapreso vari esperimenti per vedere a quale età i bambini sono capaci di organizzare il loro movimento in questo modo e quali sono le diverse soluzioni che essi adottano per risolvere il problema. Non presenterò gli studi iniziali che abbiamo condotto con bambini da 6 a 16 mesi sulla prensione di oggetti di diverso peso (Mounoud, 1973, 1974; Mounoud, Bower, 1974; Mounoud, Hauert, 1982).

Ho studiato poi con Hauert (Hauert, 1980; Hauert *et al.*, 1980, 1981) in che modo i bambini da 2 a 5 anni sollevano oggetti di peso differente nella situazione di seriazione. I bambini dovevano sollevare tre volte di seguito cinque oggetti di una serie, in due differenti situazioni, con o senza appoggio. Ricorderò solo che i bambini di 3;6-4 anni erano più capaci degli altri di compensare le variazioni di peso con corrispondenti variazioni di alcuni parametri dei propri movimenti. Tali compensazioni tuttavia erano relative e parziali. Nella condizione senza appoggio, essi riuscivano a mantenere l'ampiezza del movimento più o meno costante, e gli altri parametri variavano in proporzione alle variazioni del peso. Nella condizione con appoggio, cioè quando l'ampiezza era imposta dall'esterno, essi mantenevano costante la durata del movimento. È sempre a quest'età che la proporzione dei movimenti continui (secondo i criteri di Brooks, Cooke, Thomas, 1973) è più elevata (80%). La produzione di movimenti continui è di solito interpretata come un indice di pianificazione delle azioni in quanto totalità.

Ritroviamo quindi nel risvolto motorio della seriazione, che le

*performances* dei bambini di 3-4 anni mostrano un picco, un livello ottimale, come dal punto di vista cognitivo.

Presenterò ora più in dettaglio alcuni risultati ottenuti in uno studio condotto con bambini da 6 a 9 anni e con adulti, in collaborazione con Gachoud (Gachoud, 1983; Gachoud, Mounoud, Hauert, Viviani, 1983).

I soggetti erano 40 bambini da 6 a 9 anni e 10 adulti di sesso maschile. Erano posti di fronte all'oggetto da afferrare con l'avambraccio posto orizzontalmente sul tavolo e la mano semiprona che tiene l'oggetto. Gli oggetti da sollevare erano dei parallelepipedi di sezione quadrata costante ( $4 \times 4$  cm) e di altezza variante fra 3 e 19 cm (aumento regolare di 2 cm). Il movimento richiesto era una semplice flessione dell'avambraccio per portare l'oggetto a contatto con un appoggio fisso, restando il gomito a contatto col tavolo. I soggetti potevano scegliere quando iniziare il movimento, come pure la sua velocità. Si chiedeva loro di eseguire i movimenti nel modo più naturale possibile. Ciascun oggetto era attaccato ad un bastone connesso ad un potenziometro angolare.

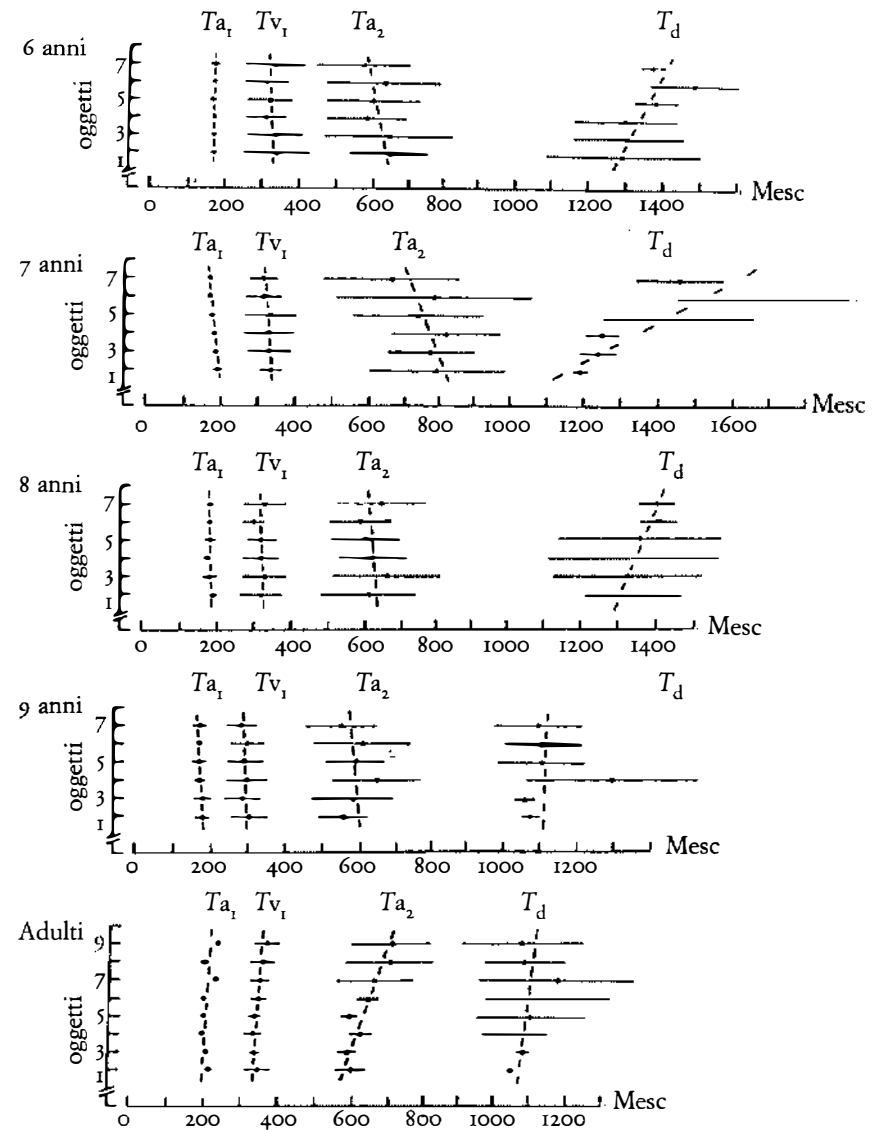
È stata registrata l'attività elettromiografica dei principali muscoli agonisti e antagonisti.

Gli adulti sollevavano l'intera serie di nove oggetti, dal più leggero al più pesante, sei volte di seguito. I bambini sollevavano solo i sette oggetti più leggeri della serie nello stesso ordine degli adulti.

Sintetizzerò brevemente i risultati. La *performance* degli adulti è caratterizzata da una chiara tendenza all'invarianza rispetto ai considerevoli cambiamenti nelle condizioni esterne (cfr. FIG. 5). I tempi di comparsa dei primi due picchi di accelerazione ( $T_{a_1}$ ,  $T_{a_2}$ ), del primo picco di velocità ( $T_{v_1}$ ), e della durata totale del movimento ( $T_d$ ), sono funzioni dell'ordine degli oggetti nella serie. Si noti che i valori  $T_{a_1}$ ,  $T_{v_1}$  e  $T_d$  non variano con il peso dell'oggetto. Solo il tempo di comparsa del secondo picco di accelerazione ( $T_{a_2}$ ) varia anche in rapporto al peso.

Se analizziamo le *performances* dei bambini, nei tempi dei parametri cinematici, vediamo che nei soggetti di 6, 8 e 9 anni i tempi di comparsa sono costanti per tutti i parametri. Benché i *trends* non siano significativi statisticamente, il parametro della durata ( $T_d$ ) aumenta di più in funzione del peso dell'oggetto nei bambini di 6-8 anni, che in quelli di 9. Per i bambini di 7 anni i tempi di comparsa di  $T_{v_1}$  e  $T_{a_2}$  sono costanti. Il tempo di comparsa del primo picco di accelerazione ( $T_{a_1}$ ) diminuisce in modo lineare con il peso. Di contro, il parametro durata ( $T_d$ ) aumenta in modo lineare con il peso. Le diverse fasi del movimento (accelerazione e decelerazione) non

FIGURA 5  
Tempi di comparsa dei massimi di velocità e accelerazione, nella prova di serializzazione di sollevamento di oggetti



Dall'alto: bambini di 6, 7, 8, 9 anni e adulti. I tratti orizzontali indicano le deviazioni standard.

sono completamente coordinate. Prendendo in considerazione altri parametri come l'ampiezza di quelli cinematici e i dati dell'EMG, si vede che i bambini di 9 anni padroneggiano il compito in un modo ottimale: essi compensano pienamente le variazioni di peso con il movimento, inclusa la fase di decelerazione.

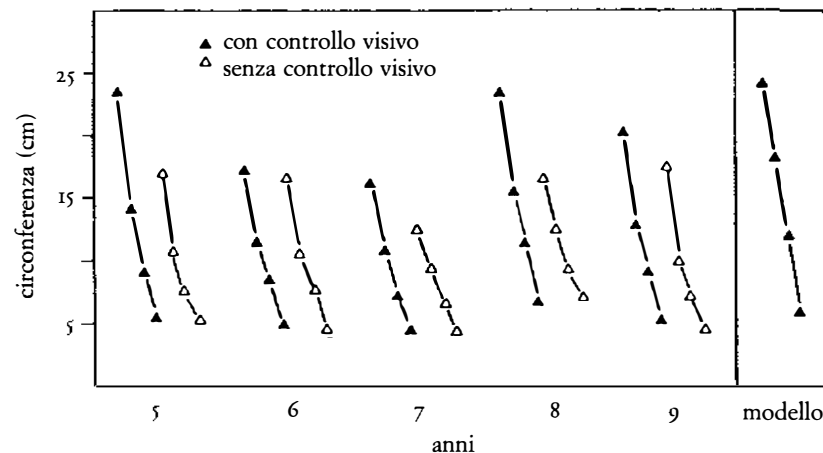
Non prenderò in considerazione le differenze fra bambini e adulti (cfr. Gachoud *et al.*, 1983). È sufficiente notare che i bambini di 7 anni mostrano simultaneamente una ipercompensazione in relazione all'aumentare del peso degli oggetti nella prima fase di accelerazione, seguita da una parziale compensazione nella fase decelerativa. I dati sono illustrativi della natura delle regolazioni e delle relazioni che si stabiliscono a quest'età fra caratteristiche spazio-temporali dei movimenti e proprietà degli oggetti. Queste regolazioni si possono considerare analoghe a quelle che compaiono nelle abilità di classificazione (elaborazione di relazioni fra classi gerarchiche).

Come per le abilità cognitive, quelle motorie sembrano raggiungere il livello ottimale all'età di 9 anni. Questo risultato, tuttavia, dipende probabilmente dalla natura della situazione. Ad esempio, se il compito consistesse nel sollevare oggetti in ordine randomizzato di peso, dovremmo probabilmente prendere soggetti più grandi per avere simili compensazioni nell'azione.

Sottolineerò brevemente i risultati più importanti, ottenuti in una ricerca in corso, sullo sviluppo delle attività grafico-motorie (ricerca in collaborazione con Viviani, Corbetta, Hauert). Questa ricerca implica compiti di "seriazione motoria": ai soggetti è richiesto di disegnare cerchi di diverse circonferenze, dal più grande al più piccolo. Già nel 1893, Binet e Courtier avevano messo in evidenza più invarianti nell'organizzazione dei movimenti grafici dell'adulto. Essi avevano messo in luce, in particolare, l'esistenza di una relazione diretta fra la grandezza di una figura e la velocità con la quale essa era stata tracciata; il che, secondo questi autori, implica una invarianza relativa del tempo totale d'esecuzione di questa figura, qualsiasi sia la sua dimensione. Più recentemente, Viviani e Terzuolo (1982) hanno confermato questi risultati adottando il principio di isocronia per esprimere che il tempo di esecuzione totale è relativamente insensibile alla estensione lineare totale. Un tratto interessante di questa regolazione compensatoria della velocità nell'adulto, notato da Binet e Courtier, è l'indipendenza del *feedback* visivo e la sua natura apparentemente involontaria. Si potrebbe pensare che si tratti di una proprietà inerente il sistema neuro-muscolare, indipendente dallo sviluppo e dall'esperienza. Per studiare il problema, noi abbiamo chiesto a bambini dai 5 ai 9 anni di disegnare cerchi di differenti circonferenze. Essi usava-

FIGURA 6

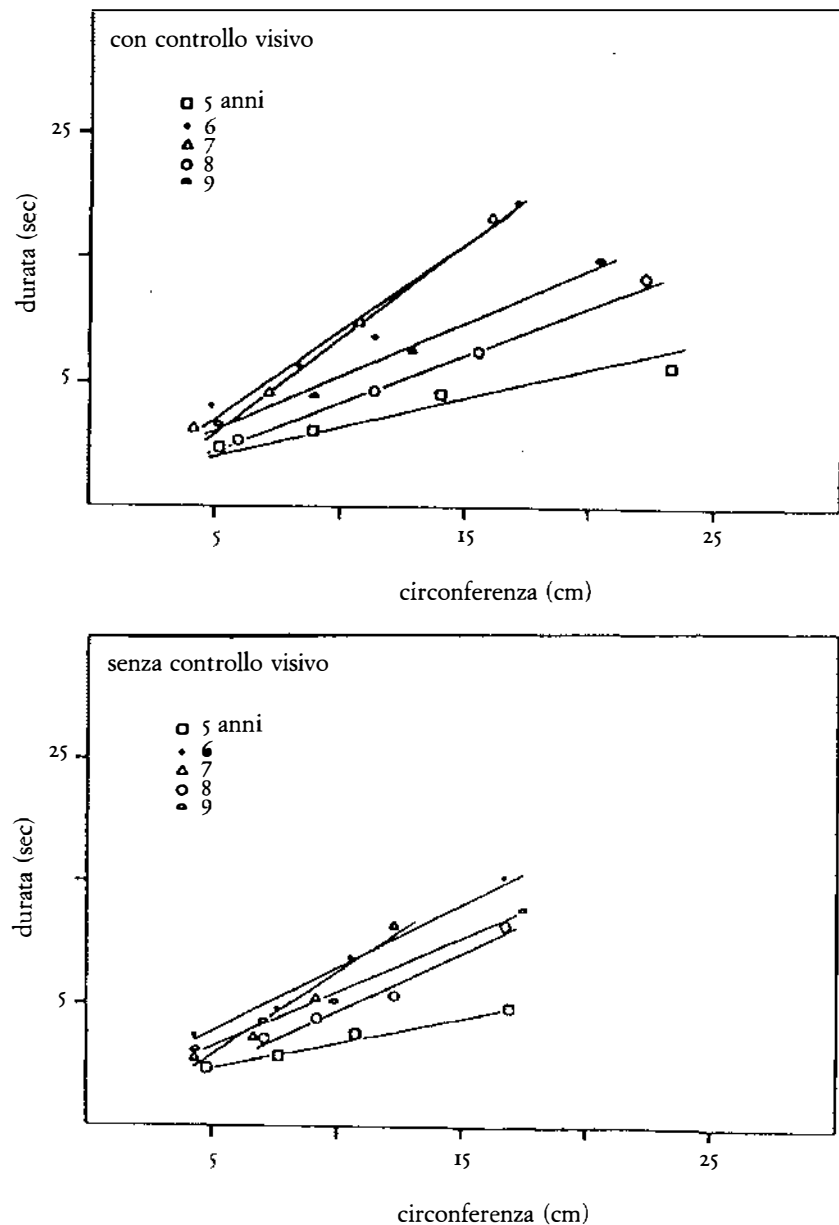
Relazione fra i valori medi della circonferenza, quello teorico (del modello) e quello sperimentale (delle riproduzioni), in ciascuna condizione



no una penna Edison che brucia con una frequenza costante una carta sensibile, per misurare i parametri spazio-temporali della loro produzione (la distanza fra i punti del tracciato è direttamente proporzionale alla velocità del movimento di esecuzione). Ai soggetti erano mostrati quattro cerchi (circonferenza: 24, 18, 12, 6 cm), presentati fianco a fianco su una tavola. Ai soggetti veniva quindi chiesto di riprodurre i quattro modelli in ordine decrescente. I modelli non erano visibili durante la fase esecutiva. In una prima condizione sperimentale, i soggetti potevano controllare visivamente i loro movimenti. In una seconda condizione essi erano bendati. Le condizioni erano controbilanciate sia con il controllo visivo, sia senza (in ordine controbilanciato). Sono stati studiati 10 bambini per gruppo di età. Esaminiamo innanzitutto i dati relativi all'ampiezza del movimento, cioè relativi alla seriazione delle circonferenze.

La FIG. 6 mostra i valori medi delle circonferenze dei 4 cerchi prodotti nelle due condizioni sperimentali. In tutti i casi, le ampiezze dei movimenti sono correlate con le dimensioni dei modelli. In termini d'errore, tuttavia (errore quadratico tra modello e movimento prodotto), la migliore *performance* è ottenuta dai bambini di 8 anni nella condizione con controllo visivo, seguiti dai bambini di 5 anni nella stessa condizione; infine, i bambini di 7 anni presentano il maggior numero di errori. Se, tuttavia, consideriamo la regolarità delle

FIGURA 7  
Relazione (regressione) fra la circonferenza e la durata



differenze nell'ampiezza del movimento (ad esempio, la regolarità della seriazione), i bambini di 7 anni presentano la migliore *performance* nella condizione senza controllo visivo. Essi cercano di mantenere costante la differenza fra i cerchi successivi, come nel modello con una curvatura regolare.

Se esaminiamo ora la prova dal punto di vista del principio di isocronia, possiamo osservare nella FIG. 7 che a tutte le età, in tutte le condizioni sperimentali, esiste una correlazione lineare tra la circonferenza della figura e la velocità di esecuzione del tracciato. L'andamento della retta di regressione, tuttavia, varia con l'età. Nei bambini di 5 anni la compensazione in velocità, cioè l'isocronia, è piuttosto buona; al contrario, nei bambini di 6 e 7 anni, la durata aumenta in modo proporzionale alla dimensione dei cerchi. A questa età l'isocronia è praticamente assente: i soggetti muovono la mano ad una velocità relativamente costante e lenta. Infine, a 8 e a 9 anni, l'isocronia tende a riapparire. Simili risultati possono essere raggiunti in una situazione in cui si richieda ai bambini di ritagliare dei cerchi (Corbetta, Mounoud, 1985).

La facilità con la quale si può produrre una figura come un cerchio in differenti condizioni bio-meccaniche è ben nota. Questo fatto è stato spesso utilizzato come argomento a favore dell'esistenza di programmi o di engrammi motori e a favore soprattutto della natura astratta di questi programmi. In tale prospettiva, è interessante notare che le *performances* dei bambini di 5 anni nella seriazione dei cerchi evidenziano l'esistenza di una rappresentazione astratta del movimento, che permette al soggetto di controllare in particolare gli aspetti temporali dei movimenti. La rappresentazione dei bambini di 6 e 7 anni differisce da quella del gruppo precedente, nel senso che essa permette un controllo degli aspetti spaziali dei movimenti di seriazione attraverso una strategia di velocità costante.

L'evoluzione delle condotte in questa prova di seriazione è molto vicina a quella ottenuta da Hay (1978, 1979, 1984) in diversi suoi esperimenti, in particolare nella prova del *pointing* (il bambino deve spostare il braccio nella direzione di un bersaglio posizionato in modi diversi) senza *feedback* visivo. Mentre i bambini di 5 anni presentano movimenti di *pointing* rapidi e diretti, con un tasso di errori molto basso, i bambini di 6 e 7 anni dimostrano movimenti lenti e discontinui, con un numero elevato di errori. Gli errori diminuiscono fra gli 8 e i 9 anni.

Le modificazioni che si verificano nello sviluppo delle abilità motorie, intorno all'età dei 7 anni, sembra siano dovute a maggiori esigenze di controllo dei differenti elementi o delle differenti fasi dei



movimenti. Tali modificazioni accrescono il livello di adattamento delle azioni alle differenti caratteristiche e ai limiti delle situazioni. Nella situazione di sollevamento abbiamo visto che il bambino giunge progressivamente a regolare con maggiore precisione le fasi di accelerazione e decelerazione del suo movimento. Nei dati forniti da Hay (1986) si evidenzia che i bambini di 7 anni cercano di controllare l'interruzione dell'azione.

Jeannerod (1984) afferma che gli adulti sono in grado di anticipare, di organizzare e di integrare le fasi di avvicinamento e di afferramento dei loro movimenti di prensione. La prensione è organizzata come una totalità per mezzo di rappresentazioni o di schemi astratti, denominati da Jeannerod «mappe visive» e «mappe propriocettive». Il movimento può essere dunque prodotto con successo con o senza controllo visivo. Una delle proprietà di tale organizzazione è l'invarianza della durata dei movimenti (isocronia). Jeannerod ha mostrato come le variazioni di ampiezza del movimento siano compensate dalle variazioni di velocità. Tale compensazione risulta, secondo me, da una elaborazione anticipata delle caratteristiche della situazione e del movimento. In certi stadi dello sviluppo ontogenetico, le fasi di avvicinamento e di afferramento dei movimenti di prensione non sono tuttavia coordinati. Si può pensare che, durante questi stadi, il bambino elabori attivamente i dati spaziali, temporali, cinematici ecc. relativi alla sua azione e alla situazione (Mounoud, 1983, 1987a; Mounoud, Vinter, 1981; Mounoud, Vinter, Hauert, 1985).

### 2.3

#### Relazioni fra abilità motorie e cognitive

Ho tentato, in questo saggio, di mostrare la sincronia fra gli stadi che caratterizzano lo sviluppo di un *set* di abilità motorie e cognitive, e l'analogia fra i problemi che i bambini devono risolvere per padroneggiare queste abilità. Nella nostra prospettiva teoretica, questa sincronia e questa similarità sono la dimostrazione di un processo comune sottostante, che consiste nella *capacità di stabilire relazioni fra proprietà differenti di oggetti (o situazioni) e azioni*. Queste relazioni si possono stabilire parzialmente o pienamente, prima dell'inizio del movimento e, in questo caso noi parliamo di pianificazione anticipata (*anticipatory planning*), di azioni per mezzo di rappresentazioni centrali astratte (*feedforward*). Queste rappresentazioni possono, tuttavia, essere costruite durante il movimento. In questo caso noi parliamo di *adattamenti empirici* attraverso circuiti retroattivi, combinati con una parziale pianificazione dei movimenti. Questi due modi di funziona-

mento tendono a confermare l'affermazione fatta all'inizio del capitolo: «Le nostre azioni sono determinate da ciò che conosciamo» (pianificazione anticipata o piano anticipatore) «e le nostre conoscenze sono determinate dalle nostre azioni, da ciò che sperimentiamo attraverso le nostre azioni» (adattamenti empirici). È comunque importante considerare che queste capacità di pianificazione dipendono da passaggi critici nei processi di sviluppo e di apprendimento. In questo senso non è più possibile distinguere fra differenti tipi di capacità. C'è una generale *abilità cognitiva* sottostante ad ogni tipo di capacità comportamentale. Questa si può considerare l'equivalente delle «azioni capaci» di Weiner, ritenute come processi sottostanti a conoscenze specifiche. Vorrei, tuttavia, mettere in evidenza che una nuova conoscenza non consiste semplicemente nel campionamento di informazioni tratte dall'ambiente: essa coinvolge l'adattamento di questa informazione a schemi preesistenti. In tutti i casi, è la conoscenza iniziale che consente il piano dell'azione, seguita o meno da adattamenti. Abbiamo visto che un processo del genere concerne sia le abilità cognitive che quelle motorie e la loro acquisizione.

La domanda ora è: le abilità motorie richiedono meno «azioni capaci», meno capacità generali di elaborazione delle abilità cognitive? La nostra risposta è negativa. Un'obiezione potrebbe essere che noi abbiamo scelto, per le nostre prove, delle abilità motorie che, per essere risolte, richiedono in modo particolare delle abilità cognitive. Ma esistono attività motorie – come attività professionali, musicali o sportive – che non includono la mediazione di attività cognitive? Prendiamo come esempio la rincorsa che precede il salto in lungo (Laurent, 1981; Lee, Lishman, Thomson, 1982): è stato dimostrato come le falcate possano essere considerate in serie rispetto all'ultima, cioè in senso inverso. Anche in una prova cognitiva come la seriazione, si tratta sempre di mettere in serie certi parametri delle azioni (intensità, durata ecc.) in correlazione con l'aumento o il decremento di certe dimensioni delle situazioni.

A questo proposito sottolineo di nuovo il carattere inconscio di queste attività. All'inizio di questo lavoro ho rifiutato l'equazione «attività cognitive = attività conscie». L'essere umano è inconsapevole della maggior parte delle operazioni e delle elaborazioni incluse nelle condotte cognitive, motorie e affettive.

Un'altra obiezione potrebbe essere che, quando un comportamento diviene un'abilità, non intervengono più le attività cognitive. In altri termini, le attività cognitive svolgerebbero un ruolo solo nell'acquisizione di un'abilità. Quando questa si è costituita, il comportamento diviene irreflessivo. Tale questione – l'automatizzazione delle

condotte – è una delle maggiori provocazioni nella psicologia contemporanea. Si potrebbe ricordare a questo proposito che, se è abituale parlare di comportamento irriflessivo, o non pensante, nel caso di un'abilità è insolito parlare in termini di comportamento riflessivo o "pensante" (*thoughtful*) durante le fasi di acquisizione di un'abilità. Gli autori dicono piuttosto che il comportamento è attivamente controllato o corretto. Rimane comunque evidente che quando un comportamento è in fase di acquisizione, esso è lento e maldestro, mentre una condotta consolidata è veloce ed elegante.

Gli psicologi hanno associato per anni il tempo di risposta con la complessità delle elaborazioni effettuate. È chiaro che in tale prospettiva possiamo qualificare il campione sportivo o un virtuoso musicale come una persona irriflessiva, ma gli psicologi dovrebbero rivedere alcuni dei loro punti di vista in modo da non essere qualificati a loro volta dei non pensanti!

Lo sviluppo motorio come lo sviluppo cognitivo sono stati considerati, nel corso di questo secolo, come basati principalmente sulla capacità fondamentale di raggruppare o coordinare delle condotte o segmenti di condotte, denominate *subroutines* o rappresentazioni elementari e parziali, in organizzazioni più ampie o condotte più complesse che le coordinano (cfr. Bernstein, Piaget e Bruner). Tali operazioni di coordinazione (o *chunk*) includono un risparmio di tempo e di memoria e possono essere considerate alla base del processo di automatizzazione. Quest'ultimo non riduce l'importanza delle elaborazioni che il soggetto deve compiere, ma le semplifica e le abbrevia. In tal senso, si avrebbe piuttosto aumento anziché diminuzione della riflessione. Senza sottostimare l'importanza di questo meccanismo fondamentale, abbiamo messo l'accento su un processo complementare, quello della dissociazione o scomposizione di una condotta iniziale complessa in condotte elementari. Tale processo è difatti spesso negato o ignorato dalle teorie dello sviluppo.