

# CORSO SULLA STORIA DEL CONCETTO DI MOVIMENTO

SERGIO ZANON

*Questo corso è stato finanziato con un apposito stanziamento della Scuola Centrale dello Sport del Coni, che ne riserva ogni diritto ed alla quale vanno rivolti i quesiti per ogni questione che lo riguardi.*

*Per la parte inerente alla storia russa del concetto di movimento ed in particolare a N.A. Bernštein ed alla sua opera, un particolare ringraziamento viene rivolto al Direttore della Scuola dello Sport del Coni, dottor Pasquale Bellotti ed alla signora Olga Yurcenko, per la determinazione e l'impegno profusi nel conseguimento di copie dei lavori originali di questo ricercatore, difficili da raggiungere e da interpretare.*

INIZIO DELLA SESTA PARTE della 18° Continua

Presentazione del lavoro di N.A. Bernštein:  
**L'INTERRELAZIONE TRA COORDINAZIONE  
E LOCALIZZAZIONE**

## **Il principio di "eguale semplicità"**

Ed ora è venuto il momento di dare una formulazione generale di un principio euristico, che è stato già presentato parzialmente nella precedente terza sezione e di esaminare la sua applicazione con pochi esempi. Verrà denominato il *principio di eguale semplicità*.

Inizio con esempi non fisiologici.

Con tre attrezzi sono in grado di disegnare un cerchio: una sagoma, un compasso ed un ellissografo. Un cerchio dello stesso raggio della sagoma può essere disegnato con uguale facilità con la sagoma e con il compasso; un cerchio può pure essere disegnato con l'ellissografo, perchè il cerchio è un caso particolare dell'ellisse, ma l'operazione è un po' più complicata di quella che impiega la sagoma o il compasso.

Se si vuole un cerchio di raggio diverso, la sagoma diviene immediatamente inutilizzabile. Il compasso può disegnare cerchi di qualsiasi raggio, con egual facilità; l'ellissografo può descrivere un cerchio di un determinato raggio e per questa ragione viene scartato, insieme alla sagoma.

Se si vuole disegnare un'ellisse, si può usare l'ellissografo con esattamente la stessa difficoltà che si è presentata per disegnare il cerchio, tuttavia il compasso e la sagoma risultano inutilizzabili.

Nell'esempio, siamo impegnati a considerare un gruppo di curve di secondo ordine che differiscono: (a) nel raggio e (b) nell'eccentricità. Uno degli strumenti, la sagoma, ci fornisce con grande semplicità una sola curva. Il secondo strumento ci consente, ugualmente, facili variazioni nel raggio, ma soltanto un'eccentricità particolare, quella uguale a zero, peculiare al cerchio. Il terzo strumento ci consente, con uguale facilità - sebbene, in termini assoluti, il processo sia leggermente più complicato del caso del compasso - tutte le eccentricità, ma soltanto un raggio.

Un cerchio dello stesso raggio della sagoma può essere disegnato per mezzo di tutti e tre gli strumenti, ma le relazioni funzionali tra le loro semplicità e possibili variazioni sono completamente differenti in tutti e tre i casi.

Il tipo di questa relazionalità funzionale è determinato, con grande accuratezza, dallo schema costruttivo dello strumento. Nel linguaggio matematico, l'esempio precedente può essere presentato nelle seguenti formulazioni.

Si designa il grado di semplicità (per esempio, la velocità con la quale il disegno debba essere compiuto

to, o l'unità divisa per il tempo, del completamento, ecc.) con  $S$ , il raggio del cerchio con  $r$  e l'eccentricità con  $e$ .

Allora, per tutti gli strumenti,

$$S = F(r, e)$$

Per la sagoma di raggio  $r$  si ha:

$$F(r, e) = 0; \quad F(R, 0) = 0 \quad (6a)$$

Per il compasso:

$$F(r, e) = 0; \quad F(r, 0) = \text{cost. } 0 \quad (6b)$$

Per l'ellissografo

$$F(r, e); \quad F(R, e) = \text{cost. } 0 \quad (6c)$$

Le equazioni (6b) e (6c) possono essere rappresentate da una linea; l'equazione (6a) è il punto di intersezione delle linee (6b) e (6c).

Sono possibili esempi nei quali il grado di semplicità non cambia bruscamente da zero a qualche valore finale, come nel caso precedente, ma da un valore all'altro con una certa regolare continuità. Così, per esempio, moltiplicando al calcolatore i numeri, il grado di semplicità (o la velocità del lavoro) decresce parallelamente con l'aumento del numero delle operazioni di moltiplicazione e con il numero delle unità coinvolte in ciascuna di queste operazioni. Allo stesso tempo, il grado di semplicità è invariabile rispetto al numero delle cifre moltiplicate. Nel calcolatore Millioner (macchina calcolatrice disponibile ai tempi di Bernstejn (1935), corrispondente ad un normale calcolatore meccanico digitale, N.d.T.), il grado di semplicità è invariabile rispetto al numero di cifre nei moltiplicatori e dipende soltanto dal numero dei segni di moltiplicazione.

Infine, su di un righello, il grado di semplicità è pressoché invariabile, rispetto ad entrambe le componenti coinvolte.

In tutti questi casi, si incontra lo stesso fatto e cioè che differenti schemi strutturali possono svolgere lo stesso gruppo di operazioni e che le differenze nelle loro strutture sono sempre accompagnate da differenze *nella forma della funzione S*.

Possiamo dire con certezza che, più marcati sono i cambiamenti in  $S$ , nel passaggio da un elemento del gruppo ad un altro del gruppo adiacente, minore risulterà il grado di adattamento a questa transizione, possibile con le peculiarità strutturali del sistema in questione. D'altro canto, per ogni dato sistema, vi

sono "linee di eguale semplicità" cioè transizioni da un elemento del gruppo di possibili modalità ad un altro, che non comportino un cambiamento nella semplicità della manipolazione, corrispondente a transizioni che sono più strettamente relazionate allo schema strutturale dell'attrezzo.

Si giunge, da questo caso, alla seguente formulazione del principio di eguale semplicità:

*per ogni sistema in grado di intraprendere un gruppo di differenti processi elementari di una certa portata, le linee di eguale semplicità corrispondono a quelle direzioni lungo le quali il movimento non comporta alcun cambiamento né nei principi strutturali, né nei principi operativi del sistema.*

Invece dell'espressione "semplicità", che non ha alcuna concreta associazione, si potrebbe inserire un'intera serie di espressioni parallele, in relazione al caso in esame: velocità dell'esecuzione (del compimento del compito); grado di accuratezza; grado di varianza, ecc. Per una formulazione generale, è stato scelto il termine "semplicità" perché è il più generale, malgrado la sua mancanza di concrete associazioni. Si può estrarre un valido principio euristico dalla discussione sopra riportata. Se abbiamo a che fare con qualsiasi sistema dato, la cui struttura sia sconosciuta, ma la cui operatività possa essere osservata in una varietà di condizioni, allora, attraverso un paragone dei cambiamenti nella variabile  $S$  (velocità, accuratezza, variazione, ecc.) incontrati come funzione di ciascuna delle variabili, si può giungere alla determinazione di conclusioni sulla struttura del sistema, che risultano inconseguibili attraverso mezzi diretti.

Immaginiamo, per esempio, di essere invitati a vedere un film, senza alcuna idea di come la cinematografia operi. Si può supporre di essere in presenza di un teatrino di marionette (come ai tempi dei nostri nonni). Restiamo stupefatti dalla ricchezza e dalla varietà del materiale che stiamo guardando, superiore ad ogni aspettativa, in confronto al teatro di marionette, ma abbiamo un'indiscutibile ragione di ritenere che stiamo osservando marionette che sono state molto migliorate. È pur vero che in un teatro di marionette non potrebbe, per esempio, mai essere visto il mare; ma ai tempi dei nonni il mare poteva essere rappresentato attraverso un'estremamente ingegnosa imitazione meccanica negli scenari.

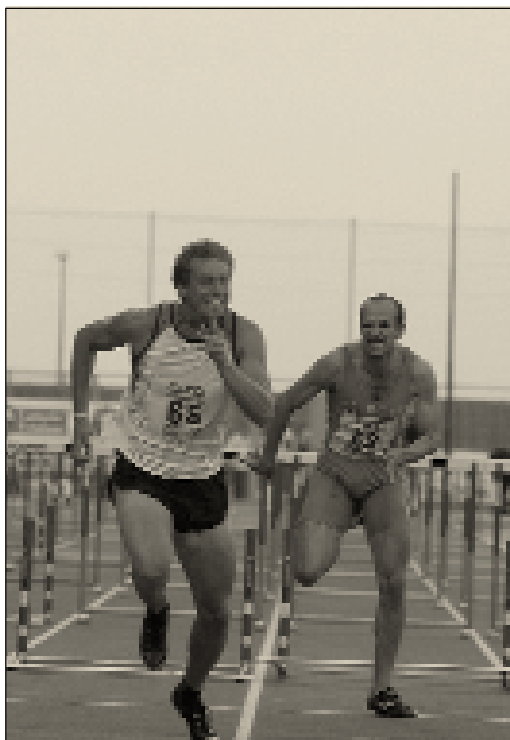
Nel vecchio teatro di marionette, le figure non potevano essere diminuite nelle dimensioni, per farle apparire più distanti, mentre nel cinema ciò viene con-

seguito con, ed attribuito ad, un miglioramento della tecnologia. Nel teatro di marionette, tutto ciò, quantunque estremamente difficoltoso, è tuttavia possibile. Ma è molto facile dimostrare che non stiamo assistendo ad una rappresentazione di marionette, attraverso l'aiuto del principio di eguale semplicità. È sufficiente, a questo proposito, selezionare due oggetti che sono nettamente differenti nella loro difficoltà di rappresentazione nel teatro di marionette, per esempio, una ruota che gira ed un mare in tempesta, e senza riferimento alla tecnica cinematografica (supponiamo che la sua struttura tecnica sia inaccessibile a noi), rivolgerci al contabile dello studio e chiedergli quanto costerebbe ottenere rappresentazioni di entrambi questi oggetti sul palcoscenico, per un minuto. Appena scopriamo che 20 minuti di film costano circa come ciascun oggetto (oppure, per essere più precisi, che il costo del film è in relazione con altri fattori arbitrari ed in nessun caso alle proprietà meccaniche degli oggetti), l'ipotesi di un teatro di marionette cade.

In generale, un'intelligente intervista con il contabile potrebbe rivelare parecchi dettagli tecnici. Possiamo ricordare che fu proprio in questo modo che Mendeleev scoprì il segreto di un importante esplosivo francese.

Per il teatro delle marionette è possibile tutto ciò che risulta possibile al cinema (almeno potenzialmente). Ma il termine "tutto", in principio, è irraggiungibile con lo stesso grado di semplicità che vige nel cinema. Si riscontrano le stesse relazioni tra il grammofoono e quelle macchine parlanti, sperimentate più di cento anni fa da von Kempelin (gli automi, N.d.T.). L'intera natura strutturale del grammofoono consiste nel fatto che i suoni che vengono riprodotti sono indifferenti per il grammofoono, mentre von Kempelin sarebbe stato obbligato a costruire una nuova gola per ogni nuovo timbro di voce. Nella storia di L. Andreu, un diacono rurale fu portato ad uno scontro estremamente divertente con il principio di eguale semplicità, come viene applicato al grammofoono, quando non fu in grado di rendersi conto del perché il grammofoono potesse riprodurre, con uguale facilità, una canzone da music-hall e la voce del figlio dell'uomo.

Il principio descritto si rivela estremamente fruttuoso nella sua applicazione all'analisi strutturale della funzione del S.N.C., tanto negli aspetti recettivi, quanto in quelli esecutivi. Nella 2ª sezione, è stato utilizzato un movimento circolare del braccio esteso, del tipo dimostrato nella Fig. 2, come esempio di un'armonica redistribuzione della contrazione muscolare. Si può considerare lo stesso movimento da



un nuovo punto di vista. Se un cerchio viene descritto con il braccio posto frontalmente al corpo, poi direttamente a lato ed infine a metà tra le due posizioni precedenti, entrambi gli schemi del muscolo e dell'innervazione dei tre movimenti risulteranno notevolmente differenti. Tuttavia, tutti e tre questi movimenti sono soggettivamente estremamente simili, in termini di difficoltà ed oggettivamente esplicano approssimativamente lo stesso grado di accuratezza e di variazione. Ciò consente di concludere, con un elevato grado di probabilità, che la struttura del complesso centrale, che governa la produzione di una data serie di movimenti, è molto più strettamente relazionata alla forma spaziale (alla configurazione, N.d.T.), che allo schema muscolare, perché tutte le tre variazioni del movimento circolare che abbiamo esaminato stanno su linee di eguale semplicità, riguardo alle proprietà del movimento ed alle proprietà delle loro configurazioni, ma non riguardo alle proprietà degli schemi muscolari.

#### QUESTIONARIO

Il questionario sugli argomenti trattati in questa parte verrà presentato alla fine dell'ultima parte, con le relative risposte.